Peclet, E.,

Neuer
Schauplatz der Künste und Handwerke.

Mit
Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben
von
einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.

Zweihundertundzwölfter Band.

Hartmann's Feuerungs-, Erwärmungs- und Ventilations-anlagen.

Weimar, 1854.
Verlag, Druck und Lithographie von B. Fr. Voigt.

E. Péclet's
allerneueste, bewährte Erfindungen und Erfahrungen
über
Feuerungs-, Erwärmungs-
und
Ventilations-Anlagen
in Privat= und öffentlichen Gebäuden. Nebst Bemerkungen über die Heizung mit Leuchtgas, Wasserstoffgas und einer Uebersicht der jetzt in verschiedenen Ländern üblichen Heiz= und Kochapparate.

Eine Ergänzung
zu seinen
„Grundsätzen der Feuerungskunde".

Nach den
„Nouveaux documens rélatifs au chauffage et à la ventilation"
deutsch bearbeitet von
Dr. Carl Hartmann.

Mit 4 lithographirten Foliotafeln.

Weimar, 1854.
Verlag, Druck und Lithographie von B. F. Voigt.

Vorwort.

Zur Heizung und zur Ventilation oder Lüftung der Räume, in denen sich der Mensch fortwährend oder nur zeitweilig aufhält, von den technischen Processen ganz abgesehen, bedürfen wir der Wärmeentwickelung. Es ist daher mit Recht von der frühesten bis auf die neueste Zeit die zweckmäßigste Benutzung des Brennmaterials und der daraus erzielten Wärme ein Gegenstand der Aufmerksamkeit und des Nachdenkens gewesen, und dennoch müssen wir gestehen, daß wir in Beziehung auf Feuerungs- und Lüftungskunde, verhältnißmäßig nur geringe Fortschritte gemacht haben.

Mit wenigen Ausnahmen wird das, an den meisten Orten, theure Holz — denn Torf-, Braun- und Steinkohlen-Feuerungen findet man

in Deutschland verhältnißmäßig noch wenig — auf eine Weise angewendet, daß von seinem Heizvermögen oder von dem Wärmeeffect nur 15 bis 20 und bei den besten Einrichtungen und unter den günstigsten Umständen nur 25 bis 30 Procent benutzt werden.

Jeder Versuch, diese Nachtheile zu verbessern, ist daher von großer Wichtigkeit und als ein solcher muß das vorliegende Werk angesehen werden, dessen Zweck der Titel speciell angiebt. Es bildet einerseits eine Ergänzung der, 1852 in zweiter vervollständigter Ausgabe erschienenen „Grundsätze der Feuerungskunde" von demselben Verfasser und Bearbeiter, andererseits aber auch eine selbstständige Arbeit. Der Unterzeichnete benutzte dabei nicht allein die auf dem Titel genannte neue französische Schrift von Péclet, sondern auch neuere deutsche Erfahrungen, und ist überzeugt, daß er dem Publicum eine sehr nützliche Schrift giebt.

Weimar, 1854.

C. Hartmann.

Inhaltsverzeichniß.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Drittes Capitel.

Viertes Capitel.

Fünftes Capitel.

Sechstes Capitel.

Erstes Capitel.

Allgemeine Bemerkungen und Regeln über Heizung und Ventilirung.

Die Anwendung der Brennstoffe zu practischen Zwecken wird die Heizung genannt und hat die Aufgabe, die Wärme aus derselben so vollständig wie möglich in geeigneten Vorrichtungen (Oefen, Feuerzeugen) zu entwickeln und mit dem geringsten Verlust ihrer Bestimmung zuzuführen. Diese letztere ist entweder eine rein gewerbliche, insofern die entwickelte Wärme als Beihülfe zur Verwandlung von Rohstoffen in Gegenstände unserer Bedürfnisse dient — alle Fälle des Glühens, Schmelzens, Siedens, Röstens, Schmiedens 2c. gehören hierher — oder eine dem täglichen Leben angehörige, nämlich die Erwärmung der Räume, worin man sich während der kalten Jahreszeit aufhält, die eigentliche Zimmerheizung. Hier ist natürlich nur von der Heizung der Zimmer u. s. w. ausschließlich die Rede.

Allgemein genommen besteht sie darin, daß die in dem Raume enthaltene Luft von dem Brennstoff auf einer unsern physischen Anforderungen entsprechenden Temperatur gegen die Kälte außerhalb erhalten wird. Zufällig ist nun die Fähigkeit der Luft die empfangene Wärme durch ihre Masse hindurch fortzupflanzen, äußerst gering, und ihre Erwärmung würde auf diesem Wege sehr schwierig und langsam von Statten gehen, wenn nicht schon im Anfang derselben eine Strömung entstände, welche man als die hauptsächlichste Verbreiterin der Wärme anzusehen hat. Die mit dem erhitzten Medium (der Oberfläche) zunächst in Berührung stehende Luftschicht erfährt nämlich mit der Temperaturerhöhung sogleich eine Vermehrung ihres Volums und somit eine Verminderung ihres eigentlichen Gewichts, wodurch sie von der kältern von der Stelle gerückt und genöthigt wird, sich in die obersten Regionen des Raumes zu begeben. Die kältere erfährt dieselbe Bewegung u. s. f., bis nach und nach die ganze Menge der Zimmerluft auf dem Wege dieser Strömung Gelegenheit gefunden hat, sich an den heißen Flächen zu erwärmen. Die Geschwindigkeit einer derartigen Strömung hängt also von der Ausdehnung der heizenden Oberfläche überhaupt und der Temperaturdifferenz zwischen der bereits erwärmten Luft oder, was dasselbe ist, zwischen der Oberfläche und der noch kalten Luft ab, steht dagegen nicht in geradem Verhältniß damit, sondern ist der Quadratwurzel derselben proportional. Hat die Zimmerluft z. B. 15° C. und die Oberfläche das eine Mal 80°, das andere Mal 100° C., so wird die Strömung im letzten Falle nur

$$\sqrt{\frac{80-15}{100-15}} = \frac{1}{1 \cdot 14}$$

schneller sein. Weil sich endlich die Wärme von einer

Quelle aus, außer durch unmittelbare Berührung, auch durch Strahlung fortpflanzt, so werden auf diesem Wege auch entferntere Luftschichten erwärmt und durch die Strömung fortbewegt. Auf diese Weise würde die Heizung der Zimmer sehr leicht, schnell und mit geringem Aufwand von Brennstoff vor sich gehen, wenn nicht durch vielfältige Ursachen, welche mehrentheils in der Natur der Sache liegen und niemals zu vermeiden sind, in dem Zimmer eine fortwährende Entziehung von Wärme und Entweichung von erwärmter Luft Statt fände. Einmal werden die Wände des Zimmers, die Fenster und Thürflächen fortwährend Wärme von der Luft aufnehmen und nach Außen abgeben; ferner steht die innere Luft als wärmer und leichter mit der äußern nicht im Gleichgewichte, sondern alle Oeffnungen, wie Ritze der Fenster und Thüren und ganz besonders das Oeffnen derselben ꝛc., werden dazu dienen, von Unten kalte Luft herein, von Oben warme Luft herauszulassen; endlich ist es für den Aufenthalt im Zimmer durchaus nothwendig, daß die durch Athmen und die Ausdünstung verbrauchte Luft stets durch frische ersetzt werde (Ventilation). Nach einer Schätzung von Munke beträgt der angeführte Verlust, selbst das abgerechnet, was die nothwendige Ventilation dazu beiträgt, in 12 Stunden das Fünffache, nach einer andern Schätzung nahe das Sechsfache der Wärme, welche nöthig ist, das in einem Zimmer gewöhnlicher Einrichtung ursprünglich enthaltene Luftquantum auf 20° C. zu erwärmen. Immer wird diese Größe für die einzelnen Fälle verschieden sein und besonders ausgemittelt werden müssen. Zum Theil wird dieser Schaden durch die Lebenswärme der im Zimmer befindlichen Personen, sowie durch das Brennen von Lichtern und Lampen aufgehoben, doch bleibt es immer gewiß, daß der größte Theil der consumirten

Brennstoffe nicht zur ursprünglichen Erwärmung der Luft in den Zimmern, sondern vielmehr zur fortwährenden Ausgleichung des besprochenen Verlustes dient. Zweckmäßige Einrichtungen, z. B., Doppelfenster und Doppelthüren, welche eine stagnirende Luftschicht einschließen, können den letztern wesentlich vermindern. Während eine Thür geöffnet ist, wird nämlich die warme Luft von Oben aus-, die kalte von Unten einströmen, und zwar um so schneller, je größer der Unterschied der Temperatur beider ist.

Darum ist es vortheilhaft, die Thüren nach erwärmten Vorplätzen gehen zu lassen. — Es versteht sich von selbst, daß bei den verschiedenen Beschaffenheiten der Localitäten keine Angaben allgemeine Gültigkeit haben können. Uebrigens läßt sich für jeden Fall die Größe des Verlustes empirisch dadurch finden, daß man beobachtet, um wie viel die Temperatur eines Zimmers in einer gegebenen Zeit nach dem Erlöschen des Feuers sinkt. — Die Erwärmung der Luft in der angeführten Weise geht stets von einer Vorrichtung aus, worin die Verbrennung des Materials und die Fortführung der Wärme Statt findet. Bei den tausendfältigen Formen, welche die Vorrichtungen im Leben annehmen, lassen sich drei wesentliche Theile unterscheiden: der Raum, worin die Verbrennung vor sich geht, der Feuerraum; der Raum, wo die Hitze ihre Wirkung ausübt, der Heizraum; endlich der Rauchfang, welcher theils zur Hervorbringung des Luftzugs, theils zur Ableitung der Verbrennungsproducte dient. Die beiden Grundbedingungen, welche jede Einrichtung erfüllen muß, sind: Erhaltung der Temperatur, welche das Material zu seiner Verbrennung bedarf, und Hinzuführung der dazu erforderlichen Luft (Sauerstoff). Mangel an dem einen oder andern hat unfehlbar ein unvollkommenes Verbrennen, also auch

eine unvollständige Wärmeentwickelung zur Folge, ein Umstand, der in der Praxis niemals ganz vermieden werden kann.

Die zum Brennen erforderliche Luft wird zuweilen, wie bei metallurgischen Processen, unabhängig von der Feuerung durch besondere Maschinen in den Brennraum eingeblasen, oder man benutzt in der Mehrzahl der Fälle, wie in allen Zimmeröfen, Kochheerden, Kesselfeuerungen ꝛc., die erzeugte Wärme als Kraft, um die Luft nach dem Brennraum hinzutreiben, was mittelst der Esse (des Rauchfanges) geschieht, welcher wesentlich nichts Anderes ist, als ein auf eine bestimmte Höhe über den Feuerraum sich erhebender Canal, dessen Querschnitt von irgend einer Form mit jenem (dem Feuerraum) innerhalb gewisser Verhältnisse bleiben muß und sowohl oben als unten mit der äußern Luft communicirt. Die Luftsäule, welche das Innere der Esse einnimmt, wird von einer äußern Säule desselben Umfangs im Gleichgewicht erhalten, ein Zustand, der aber von dem Augenblicke an aufhört, wo das Feuer auf die innere erwärmend einwirkt, diese ausdehnt und specifisch leichter macht. Das Gleichgewicht wird gestört, die äußere Luft sucht in den Raum, welchen die nunmehr aufsteigende innere verläßt, nachzufallen, dort angekommen, sich ebenfalls zu erwärmen, einer neuen Quantität kalter Luft Platz zu machen u. s. f.; es wird, mit einem Worte, ein Luftzug entstehen, welcher so lange dauert, als die Verbrennung. Das Uebergewicht der äußern Luft wächst und fällt mit der Höhe der Esse und der Temperatur in derselben. Bekanntlich wird die Luft bei je 1° C., um welchen sie erwärmt wird, zugleich um $\frac{1}{274}$ ihres vorigen Volums ausgedehnt; in einem Canale von gleichbleibendem Querschnitt wird aber eben dieses geradezu durch die Höhe gemessen. Bezeichnet h die Höhe

des Schornsteins, t den Temperaturunterschied der äußeren und inneren Luft, so hat man $h - \frac{h\,t}{274} = h\left(1 - \frac{t}{274} = h'\right)$ für die Höhe der inneren Luftsäule, welche sie bei der Temperatur der äußeren einnehmen würde. Die erstere ist also gleichsam um $h - h'$ oder $h - h\left(1 = \frac{t}{274}\right) = \frac{h\,t}{274}$ kürzer als die letztere, ein Höheunterschied, welcher von dieser durchfallen werden muß, um in die Einstreiche zu gelangen. Die Geschwindigkeit, welche sie nach der Beendigung des Falles erlangt hat, ist nun überhaupt diejenige, womit sich die Luft in der Esse bewegt, und die nach dem Gesetz des freien Falles erfolgte Beschleunigung.

Bezeichnet g den Raum, welcher in der Secunde durchfallen wird, = 15′ Par., t die Dauer des Falles in Secunden, s den Raum, welcher in der Zeit t durchfallen wird und c die dadurch erlangte Geschwindigkeit, so ergiebt sich $e = 2\,g\,t$. Weil ferner der durchfallene Raum dem Quadrate der verflossenen Zeit proportional ist oder $s = g\,t^2$, folglich $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$ und daraus $c = 2\,g\sqrt{\frac{s}{g}} = 2\,\sqrt{g\,s}$.

Zum Theil lassen sich die angeführten Umstände in Berechnung ziehen, so weit wenigstens, als es zum Verständniß der Art ihrer Entwickelung erforderlich ist. Als wesentliches Hinderniß ist die Reibung anzusehen, welche der Luftstrom an der innern Essenfläche erfährt; sie besteht darin, daß die Kraft des Luftstromes bei seinem Anprallen an die hervorragenden Theile der rauhen Fläche theilweise gebrochen wird und daher wachsen muß mit der Anzahl

dieser Theile, d. i. mit der Länge des Schornsteins und der Gewalt, mit welcher das Anprallen geschieht, d. h. der Geschwindigkeit des Zugs, und hängt endlich von der Natur des Materials ab, woraus die Esse besteht. Gewöhnliche Mauer mit Kalkmörtel bietet ungleich mehr Reibung als Gußeisen oder Blech. Begreiflicherweise wird ein enger Schornstein unter gleichen Verhältnissen ungünstiger wirken, als ein weiter, weil bei dem letzteren bei Weitem der größere Theil der Luftmasse durch den Kern des Kamins geht und die Wand nicht berührt. In einem ganz engen Canal wird zuletzt jedes Lufttheilchen daran anstoßen. Allgemein also fällt der Einfluß der Reibung mit dem wachsenden Durchmesser. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die wirkliche Geschwindigkeit des Zugs, selbst nach Berücksichtigung der genannten Einflüsse, deren Größe man durch Versuche festgestellt hat, noch immer merklich geringer ist, als die Berechnung ergiebt. Es erklärt sich dieß aus der Mitwirkung von Zufälligkeiten, wie z. B. nachlässigem Bewurf, Anhäufen von Ruß, Verlegung des Rostes durch Asche und Brennstoff rc., welche in der Praxis stets mehr oder weniger vorhanden sind. Da man in der Vergrößerung des Durchmessers und der Temperatur des Schornsteins Mittel hat, die vorhandene Reibung zum Theil aufzuheben, so ist es interessant, zu wissen, wie weit diese in der Praxis zulässig sind. Zunächst ist nach dem Obigen einleuchtend, daß die Nachtheile, welche aus der Erhöhung der Schornsteine folgen, durch deren gleichzeitige Erweiterung ausgeglichen werden können, aber die Rechnung weis't aus, daß dieser Vortheil aufhört, wenn die Höhe das 30—40fache des Durchmessers der (runden) Esse beträgt, also sehr früh. Durch ein sinnreiches Mittel ist man im Stande gewesen, die enge Grenze zu überschreiten. Es besteht darin, daß man die Esse

bei gleichbleibender Einmündung für ihre Länge plötzlich einen viel größeren Durchmesser annehmen läßt. Dadurch wird die nöthige Luftmenge nach wie vor mit gleicher Schnelligkeit durch Rost und Brennmaterial einströmen, und dieß ist ja der wahre practische Zweck des Zugs, — um sich aber zugleich in dem weitern Canal auszubreiten und in Folge dessen auch ebenso vielfach langsamer durchzuströmen, was nach Oben nicht anders geschehen kann, als unter einer mit der Geschwindigkeit verminderten Reibung. Der Berechnung nach ist der höchste Vortheil ungefähr dann, wenn die Weite der Einflußmündung $\frac{1}{4}$ von der des Schornsteins ist, denn man begreift sogleich, daß mit der Erweiterung desselben die Masse der Wände und damit die Größe der Abkühlung wächst, welche sie bewirkten. Es giebt also dabei einen Punct, wo der Vortheil der verminderten Reibung und der Nachtheil der Abkühlung einander aufhebt. — Nach dem Princip der Essen muß der Zug darin in dem Maße zunehmen, als die Temperatur im Innern die äußere überwiegt; dieß geschieht übrigens nur in geringerm Verhältniß (der Quadratwurzel nämlich) als dem der Temperaturerhöhung, so daß über 250° hinaus keine Zugvermehrung mehr folgt, wenn die Höhe der Esse das 20fache ihrer Weite ist. Wenn ein Theil des Kamins geneigt oder horizontal läuft, so hat dieß an und für sich keinen großen Einfluß, wenn dadurch die Gesammthöhe nicht beeinträchtigt wird; doch darf nicht übersehen werden, daß sowohl die Reibung als Abkühlung um Einiges vermehrt wird. Verengerungen hinter der Einflußmündung sind dagegen sorgfältig zu vermeiden. Endlich verdient bemerkt zu werden, daß der Einfluß des Windes in der Regel störend wirkt und schwer zu umgehen ist; es kann dieß nur so geschehen, daß man den Schornstein, mithin den Zug, soviel erhöht,

daß diese Störung überwunden wird, oder dadurch, daß an der Mündung desselben besondere Vorrichtungen angebracht werden, welche dieselbe auf eine gewisse Höhe vom Druck desselben frei halten. Der Umstand, daß die Sonnenstrahlen, wenn sie zu gewissen Zeiten in den Kamin einfallen, den Zug hemmen oder „den Rauch zurückdrücken", ist nicht genügend erklärt.

Der wichtigste Theil des Feuerraumes ist die Unterlage für den Brennstoff; insofern dieselbe durchbrochen ist, um den Zutritt für die Luft zu vermitteln, wird sie Rost genannt. Die Zwischenräume des Rostes sollen weit genug sein, um die Asche hindurch zu lassen, zugleich aber auch so eng sein, um die unverbrannten Kohlen zurückzuhalten; ferner bilden dieselben zusammengenommen die Eintrittsöffnung zur Esse. Wie daraus hervorgeht, ist die Gestalt der Roststäbe, sowie deren gegenseitiger Abstand, von vielem Einfluß auf den Zug. Der Querschnitt der Stäbe muß stets von der Art sein, daß die Rostöffnungen sich nach Unten zu erweitern; die letzteren müssen streng genommen eine Oeffnung bilden, welche zu dem Querschnitt der Esse in dem oben abgeleiteten besten Verhältniß (1 zu 4) steht. Nun ist aber in der Ausübung ein großer, wechselnder, von der Form des Brennstoffs abhängender, nur durch Erfahrung zu ermittelnder Theil der Rostfläche wegen des aufliegenden Brennstoffs verschlossen und unwirksam. Nach der Erfahrung muß die Summe der Zwischenräume wenigstens vier Mal so groß als die aus dem Eisenquerschnitte berechnete, also diesem gleich sein, um gehörig zu wirken, und hängt mithin von der Menge des Materials ab, welches der Feuerraum in einer gegebenen Zeit verbrennen soll. Je größer die Heizkraft eines Brennstoffs, um so weiter kann die lichte Rostfläche, je geringer, um so enger

kann diese sein. Bei Holz kann der Rost gänzlich wegbleiben, um durch eine in der Heizthür angebrachte Oeffnung ersetzt zu werden. Die Form des Rostes ist weniger wesentlich, kann aber, wenn sie das regelmäßige Zusammensinken des Brennstoffs befördert, also vertieft, korbförmig 2c. ist, den Ersatz der Heizung merklich unterstützen.

Von den Heizeinrichtungen insbesondere.

Um die Natur der verschiedenen Heizeinrichtungen besser einzusehen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die aus einem Brennstoffe entwickelte Wärme auf zweierlei Weise auf die Umgebung übertragen wird, nämlich durch Strahlung und durch unmittelbare Berührung. Peclet hat mittelst eines sinnreichen Apparates diese Verhältnisse untersucht, indem er den in einem runden Drahtkorb eingeschlossenen Brennstoff mit einem ringförmigen Gefäße in der Art umgab, daß die bekannte in diesem enthaltene Wassermenge einzig und allein durch Strahlung von der Oberfläche des kugelförmigen Korbes aus erwärmt werden konnte. Durch Vergleichung der Größe der strahlenden Oberfläche mit der Menge und Temperatur des erwärmten Wassers fand sich, daß die strahlende Wärme bei'm Holz $\frac{1}{4}$, bei der Holzkohle $\frac{1}{2}$, bei der Steinkohle ohngefähr ebensoviel und bei'm Torf und der Torfkohle $\frac{5}{12}$ der ganzen entwickelten Wärmemenge beträgt. Immer ist also die strahlende Wärme so ziemlich der kleinere Theil und schon darum sind die Einrichtungen, welche nun vermittelst dieser die Erwärmung der Zimmerluft bewerkstelligen, unvortheilhaft. Dessenungeachtet gehören diese Einrichtungen, welche man Kamin nennt, zu den ältesten und sind noch jetzt in Frankreich und England die gewöhnlichen. Die Esse geht wie ge-

wöhnlich in das Zimmer und breitet sich an dem untern Theile in der Höhe von einigen Fußen zu einer vorn offenen Nische aus, auf deren Boden sich eine Art Korb oder Rost für den Brennstoff befindet, in der Art, daß das Feuer eigentlich frei im Zimmer brennt, aber dabei der Rauch seinen Abzug findet. Die Luft strömt also aus dem Zimmer nach dem Feuer, erwärmt sich dort und entweicht alsdann — darin liegt der große Nachtheil — unmittelbar in die Esse, ohne irgend eine Gelegenheit, einen Theil ihrer Wärme vorher nutzbar abzugeben. Dazu kommt noch, daß die Masse der zugeströmten Luft bei einem freien Feuer nicht geregelt werden kann und mithin eine beträchtliche Menge der bereits erwärmten Zimmerluft durch den Zug unnützerweise weggeschafft wird. Der einzige Weg, welcher dem Feuer offen steht, seine Hitze an diese abzugeben, ist demnach die Strahlung. Alle an den Kaminen durch Rumford u. A. angebrachte Verbesserungen haben daher theils zum Zwecke, die Strahlung nach dem Zimmer möglichst zu erleichtern, theils die Wärme der entweichenden Zugluft, so weit dadurch der nöthige Zug nicht leidet, dahin nutzbar abzuleiten, und sind darauf berechnet, denselben zu regeln. Zu dem Ende hat man den Rostkorb, worin das Brennmaterial enthalten ist, soviel als möglich von der Kaminwand nach Vorn gedrückt und die Nische desselben so gestaltet, daß deren innere Fläche gleichsam wie der Reflector einer Laterne die Wärmestrahlen auffängt und nach dem Zimmer sendet; man hat ferner die Kaminöffnung verengert und mit Schiebern versehen, und dadurch einen Verlust an Wärme verringert, der dessenungeachtet noch viel größer bleibt, als bei den übrigen Heizapparaten. Der zuletzt angeführte Zweck hat zur Construction einer Einrichtung Veranlassung gegeben, welche den Vortheil der Kamine mit dem der

Oefen vereinigt und die darum Ofenkamine genannt werden. Bei einem solchen, von Desornod erfunden, steht das Kamin nicht mehr in der Wand, sondern vorgerückt und isolirt im Zimmer, ist aber von Hinten — statt früher durch die Zimmerwand — nunmehr durch eine Eisenplatte geschlossen, über welche hinweg der Rauch durch einen Schlitz nach einer Circulation und von da in die Esse entweicht. Hierbei geschieht die Erwärmung des Zimmers neben der Strahlung vorzugsweise durch unmittelbare Einwirkung der erhitzten Eisenplatte und Circulation auf die Zimmerluft. — Die vollkommene Circulation, welche die Kamine hervorbringen, sowie die unbestreitbar große Annehmlichkeit, das Feuer zu sehen, sind hinreichende Vortheile, um diese Form der Heizung in einem Lande wie England, wo es weder so strenge Winter noch so heiße Sommer giebt, als auf dem Continent, in Aufnahme zu erhalten.

Die Einrichtung, bei welcher die Verbrennung zwar im Zimmer, aber in einem (die Zugöffnung abgerechnet) verschlossenen Raume vor sich geht und die entwickelte Wärme zunächst an dessen Wände und von da an die Zimmerluft übertragen wird, umfaßt die verschiedenen Zimmeröfen. Während bei den Kaminen die Heizung von dem Feuerraume ausgeht, und ein eigentlicher Heizraum gar nicht vorhanden ist, so spielt dieser bei den Oefen die wichtigste Rolle, und ist in der Regel der ausgedehnteste Theil derselben. Meist wird die Communication zwischen der Esse und dem Heizraum durch eisenblecherne Rauchröhren vermittelt, welche als ein nicht weniger wesentlicher Theil der Oefen zu betrachten sind. In der Mehrzahl der Wohnungen sind nämlich die Schornsteine so weit gehalten, daß sie zum Behufe ihrer Reinigung von einem Manne durchfahren werden können; in Folge dieser Ueberschreitung der richtigen Dimensionen dient

die Esse nur noch zum Rauchableiten und hört beinahe gänzlich auf, den Rauch zu erregen, dann eine Function der Rauchröhre. Im Zimmer selbst aufsteigend und von Zimmerluft umgeben, ist aber zugleich als Verlängerung des Heizraumes zu betrachten und unterstützt die Leistung desselben zu einem bedeutenden Theile. Zu den oben für die Einrichtung des Heizraumes gegebenen Bedingungen kommt für die Oefen in'sbesondere noch das richtige Verhältniß des Heizraumes zur Menge des Brennstoffs hinzu, welche der gegebene Rauminhalt des Zimmers nebst darin Statt findendem Wärmeverlust und der Ventilation erheischt. Der Heizraum muß hinreichend Oberfläche besitzen, um die empfangene Wärme in einer gegebenen Zeit in dem Maße nach Außen zu verbreiten, als sie durch die bekannten Ursachen fortwährend verloren geht, vorausgesetzt, daß die Menge des verwendeten Brennstoffs richtig abgeglichen ist. Die Materialien, welche zur Construction von Oefen benutzt werden, sind Gußeisen, Schwarzblech und gebrannter Thon (Backsteine, Fayence); es ist darum nothwendig, den Grad ihrer Fähigkeit zu kennen, mit welcher sie die empfangene Wärme fortzupflanzen vermögen, von der man aus der täglichen Erfahrung weiß, daß sie bei dem Eisen ungleich größer ist, als bei dem Thon. Diese Fähigkeit hängt aber in der That von zwei Dingen ab und zwar zunächst von der Leitungsfähigkeit, welche bei'm Thon nach Despretz nahe 33 Mal geringer ist*). Die Wärme soll aber nicht allein durch die Masse des Heizraumes von Theilchen zu Theilchen,

---

*) Peclet hat dieses Verhältniß durch neue Versuche bestätigt, wonach die Wärmemengen, welche Platten von 1 Quadratmeter Fläche und 1 Millim. Dicke bei einer Temperaturdifferenz von 1° C. hindurchlassen, bei Thon und Eisen im Verhältniß von 0,24 : 7,95 = 1 : 33,1 stehen.

sondern auch von dessen Oberfläche an die Luft fortgepflanzt werden, was theils durch die vorhandene Berührung mit demselben, theils aber auch durch Strahlung geschieht, wozu die verschiedenen Oberflächen sehr ungleich geeignet sind. Beides zusammengenommen, geschieht diese Fortpflanzung oder Mittheilung der Wärme von der Oberfläche an die Luft nach Peclet bei'm Eisenblech 1,21 Mal, bei'm Gußeisen 2 Mal rascher als bei'm Thon, so daß überhaupt bei gleichen Umständen das Eisen in derselben Zeit $\frac{33}{2} = 16{,}5$ Mal und das Blech $\frac{33}{1{,}21} = 27{,}5$ Mal mehr Wärme abgeben, als der Thon. In der Praxis muß also für gleichen Effect der Heizraum aus Thon 27,5 Mal so groß als ein blecherner oder 16,5 Mal so groß als ein gußeiserner sein. Eiserne Oefen heizen darum rascher und erkalten schnell, thönerne umgekehrt; stets muß der Zweck über die Wahl entscheiden. Wenn die Brennstoffe mit derjenigen Lebhaftigkeit verbrennen, welche zur vollständigen Entwickelung der Wärme nothwendig ist, so geschieht diese letztere viel rascher und intensiver, als es für den Zweck der Zimmerheizung paßt, welche eine anhaltend gleichbleibende Temperatur, d. h. eine ganz vollständige, aber so langsam vor sich gehende Entwickelung der Wärme erheischt, daß dadurch möglichst lange auf die Zimmerluft eine Temperatur von etwa 20° hervorgebracht wird. Wie begreiflich, ist das Eisen nicht das Material, welches besonders dazu geeignet ist, diesen Uebelstand auszugleichen, weil es die Wärme fast ebenso schnell verbreitet, als empfängt. Dagegen gewährt der Thon aus den entgegengesetzten Ursachen darin einen entschiedenen Vortheil: so rasch ihm auch die Wärme von Innen zufließen mag, stets wird er sie ungleich langsamer und allmählig abgeben. Insofern während der Wirkung des Brennstoffs stets mehr

Wärme vom Thon aufgenommen als abgegeben wird, findet, so zu sagen, eine Art von Aufspeicherung Statt, welche sich als eine ebenso vortheilhafte, als annehmliche Regulirung der Verbrennung zu erkennen giebt. Man unterscheidet daher den bei uns gewöhnlichen eisernen Leitungsöfen gegenüber — deren häufige Anwendung auf ihrer Wohlfeilheit, einem bleibenden Materialwerthe und der Leichtigkeit beruht, mit welcher sie fabrikmäßig angefertigt werden können — sogenannte Massenöfen, bei welchen die Erwärmung nicht durch die Wände thönerner oder eiserner Canäle oder beider zugleich geschieht, sondern wesentlich darin besteht, daß die Hitze von einer größern soliden Steinmasse während der Verbrennung aufgesammelt und von da nach dem Verlöschen des Feuers langsam und gleichmäßig ausströmt. Aus der gegebenen Menge Luft (= A), welche den Ofen stündlich zum Ersatz der Abkühlung und Ventilation (auf 1° C.) erwärmen muß, läßt sich leicht die erforderliche Thonmasse nach Cubikfuß berechnen. Im Mittel wiegen: 1 Cubikfuß gebrannter Thon 62 Pfund, ein Cubikfuß Luft von 20° C. 0,037 Pfd., also bei gleichem Umfange 1680 Mal weniger; auch bringt dieselbe Wärmemenge gleiche Temperatur in gleichen Massen beider Körper hervor (die spec. Wärme der Luft und des Thones sind nahe $\frac{1}{4}$ des Wassers). Daher wird die Wärme, welche nöthig ist, um 1680 Cubikfuß Luft auf die gewünschte Zimmertemperatur oder 1° über die äußere zu erwärmen, hinreichend sein, denselben Effect bei 1 Cubikfuß Thon hervorzubringen. Letzterer wird aber durch die Wirkung des Feuers weit heißer und erwärmt die Zimmerluft dadurch, daß er vom vorhergehenden Nachschüren zum andern von dem Maximum der erlangten Hitze = T^0 bis auf eine Temperatur t'^0 erkaltet, welche noch merklich höher ist, als t^0. Die durch das Erkalten

abgegebene Wärme wird ein im Verhältniß von $t^o : (F - t'^o)$ größeres Volumen Luft auf t' erwärmen, von wo aus sich denn $Q = \frac{A\,t^o}{(T - t^o)\,1680}$ als das der zu erwärmenden Luftmasse entsprechende Thonvolumen ergiebt. — In unsern Gegenden, in dem größern Theile von Deutschland, sind die Leitungsöfen, dagegen im Norden (Schweden, Rußland) die Massenöfen gebräuchlicher.

Die Canalheizung. — Ein besonderer Fall und zwar der älteste der ganzen Heizung, welchen schon die Römer für ihre Bäder kannten, und den man noch jetzt für Treibhäuser und ähnliche Einrichtungen anwendet, ist die Canalheizung. Die in einem außer- und innerhalb gelegenen Feuerheerde erzeugten heißen Gase und Rauch werden durch ein System von Canälen unter dem Fußboden hingeführt, wo sie ihre Wärme an das Local abgeben, um dann in den Schornstein zu entweichen. Leider ist diese Heizungsart, unstreitig für Wohnzimmer die geeignetste, höchstens nur im untern Geschosse des Hauses anzubringen und da mit Schwierigkeit. Es versteht sich von selbst, daß bei jeder Benutzungsweise der Canalheizung darauf Rücksicht genommen werden muß, daß die Ableitung der Wärme nach Unten, etwa durch eine Lage Schutt oder dergleichen, so nahe wie möglich Null wird. — Die Canalheizung ist von den Stubenöfen nur durch die Lage gegen das Zimmer verschieden; insofern der Feuerraum nämlich tiefer als dieses liegt, läßt sich das Rauchrohr — von dem die Canäle nicht verschieden sind — in den Fußboden verlegen, als an einen Ort, von wo aus die Heizung zweckmäßiger von Statten geht. Nur darin wird der Ofen der Canalheizung bestimmt vom Stubenofen verschieden sein, daß bei jenem, oder vielmehr seinem Heizraum, die Ableitung der Wärme

an die Umgebung so vollständig als möglich vermieden werden muß, weil dieselbe begreiflicherweise erst später in den Canälen mit Vortheil geschehen kann.

Von der Luftheizung. — Für die Fälle, wo man, sei es wegen Eleganz, wegen der Sicherheit (Gefängnisse ꝛc.) oder aus Gründen der Raumersparung, den Ofen aus dem Bereiche des Zimmers zu verbannen wünscht, hat man den Weg eingeschlagen, die Erwärmung des erforderlichen Luftquantums an einem besonderen Orte in den tiefer gelegenen Theilen des Hauses vorzunehmen, um dasselbe durch Röhren in die verschiedenen Zimmer zu vertheilen. Sehr unpassend hat man diesem Systeme den Namen Luftheizung gegeben, eine Bedeutung, welche, strenggenommen, keinen einzigen Fall der Zimmerheizung ausschließt. Wie von selbst einleuchtet, muß die im Zimmer enthaltene Luft auf irgend eine Weise im Stande sein, der einströmenden warmen Raum zu geben. Entweder hat man dafür keine weitere Sorge getragen und die nachströmende Luft verdrängt die vorhandene, durch die Ritzen der Fenster ꝛc. und die hier und da sich öffnenden Thüren; oder man leitet die verbrauchte, zum Theil abgekühlte Luft nach dem Ofen zurück, wo sie auf's Neue erwärmt ihren Weg wiederholt; oder es wird endlich die Luft des Zimmers wieder nach dem Ofen geleitet, nicht um wieder erwärmt, sondern um zur Speisung des Brennmaterials im Innern des Ofens verwendet zu werden. Der zweite Fall verbindet mit dem großen Nachtheil der mangelnden Ventilation, welche nur durch zufällig sich bildende Auswege der Thüren und Fenster Statt finden kann, eine gewisse Oekonomie der erwärmten Luft, aber nur scheinbar, denn je vollkommener der Verschluß des Zimmers, um so eher wird es nothwendig, die verdorbene Luft wegzuführen und ein neues Quantum in Circulation zu setzen. Bei der letzten Methode wird

insofern eine Ersparniß bezweckt, als das Feuer nicht mit kalter Luft von Außen, sondern mit wärmerer Luft aus dem Zimmer ernährt wird. Wenn 1 Pfd. lufttrockenes Holz 5 Pfd. (123 Cubikfuß Luft von 0°) zum Verbrennen bedarf, wenn ferner nach Rumford dadurch 26 Pfd. Wasser auf 100°, oder $4 \times 26 = 104$ Pfd. Luft auf 100° oder $\frac{100 \times 104}{20} =$ 520 Pfd. Luft auf 20° erwärmt werden, so wird die Temperatur von 20° (anstatt 0°), wie im vorliegenden Falle und beispielsweise die 5 Pfd. Luft dem Feuer zuströmen, einem Aufwand von $\frac{1 \times 5}{520} =$ nahe 0,01 Pfd. Holz entsprechen, welche vermindert wird. Die Ersparniß von 1 Proc. oder etwas mehr, wenn die Zimmertemperatur 20° übersteigt, ist zu gering, um besondere Einrichtungen zu lohnen, woher es denn kommt, daß man in der Praxis die beiden letzten Methoden am Besten verbindet. Es kann dann die Luft, welche einige Zeit circulirt hat, nach Belieben in den Feuerheerd gelassen und durch frische Luft von Außen her ersetzt werden, deren Erwärmung dann gerade so viel kostet, als durch die Benutzung jener zur Speisung des Feuers erspart wird. — Vorausgesetzt, daß in einem Zimmer durch Thüren und Fenster hinreichender Luftwechsel Statt finden kann, so wird die erste Methode einen natürlichen, sehr wesentlichen Vortheil dadurch mit sich bringen, daß die einströmende Luft die vorhandene unaufhörlich nach Außen verdrängt, dadurch im Zimmer einen Zustand herbeiführen wird, in welchem die Tendenz der äußeren kalten Luft, durch die Ritzen einzudringen, vollkommen aufhört und alle damit zusammenhängenden Unannehmlichkeiten und Nachtheile verschwinden. Ganz sicher wird der Verlust der aus der Speisung

des Feuers mit kalter Luft hervorgeht, dadurch bedeutend aufgewogen.

Für Gebäude, worin die Zimmer unregelmäßig geheizt werden, bald in größerer, bald in geringerer Zahl, ist die Luftheizung unpassend, weil dadurch das richtige Verhältniß der Dimensionen des Ofens zum Bedürfniß an warmer Luft gestört wird. Im Uebrigen ist eine wesentliche Ersparniß damit verknüpft, denn die Zahl der Oefen wird auf einen vermindert und der Brennstoff in diesem besser benutzt, als wenn er in mehren Oefen vertheilt brennt; endlich wird der Vortheil einer gleichmäßigen, gleich vom Boden ausgehenden Heizung den durch die Röhrenleitung verursachten Wärmeverlust reichlich überwiegen.

Von der Wasserheizung. — Wie aus dem Angeführten hervorgeht, besteht die Luftheizung darin, daß die Wärme von einer Centralfeuerung aus auf die Luft übertragen und dieser alsdann an die verschiedenen Orte, Zimmer ꝛc. vertheilt wird. Anstatt die Luft unmittelbar zu erwärmen, hat man in vielen Fällen einen Zwischenkörper, nämlich das Wasser, gewählt, welches auf ähnliche Weise die Wärme von der Centralfeuerung empfängt und, nach den einzelnen Theilen des Gebäudes geleitet, wieder abgiebt. Es dient also das Wasser lediglich dazu, um die Wärme zu transportiren, als ein Träger derselben, und ist in der That wegen seiner großen specifischen Wärme dazu in hohem Grade geeignet. Nach de la Roche und Bérard verhalten sich nun die Wärmemengen in 1 Gewichtstheil Wasser und 1 Gewichtstheil Luft von gleicher Temperatur wie 374,6 : 100 oder die Wärme, welche bei'm Erkalten von Wasser um 100° z. B. frei wird, vermag die Temperatur von 3,74 Mal soviel Luft um ebensoviel Grade zu erhöhen. Es ist also hier ein ähnliches Verhältniß wie bei dem Thon; die Wärme,

welche ein gegebenes Luftquantum erfordert, kann in einem verhältnißmäßig viel kleineren Quantum Wasser Raum finden und gleichsam darin aufgespeichert werden. Noch viel mehr findet dieß dann Statt, wenn das Wasser in Dampfgestalt zum Transportiren der Wärme dient, denn bei seinem Umgange in Gas- (Dampf-) Form verschluckt das Wasser eine 5,5 Mal größere Wärmequantität, als die zu seiner Erwärmung von 0° — 100° C. erforderliche, eine Wärmequantität, welche im Dampfe keine Temperaturerhöhung hervorbringt, durch das Thermometer nicht nachgewiesen werden kann und erst bei seiner Verdichtung wieder in gewöhnlicher Weise auftritt. Demnach wird 1 Pfd. Dampf von 100° bei seiner Verdichtung zu siedendem Wasser soviel Wärme abgeben, daß damit 5,5 Pfd. Wasser oder 3,746 × 5,5 = 20,6 Pfd. Luft auf 100° oder 103 Pfd. auf 20° gebracht werden können.

Beiderlei Benutzungen des Wassers finden ihre Anwendung; die des warmen Wassers wird die Wasserheizung, die des Dampfes die Dampfheizung genannt.

Der Natur der Sache nach muß das warme Wasser im Maße des für ein Zimmer erforderlichen Wärmeersatzes erneuert werden, d. h., es muß dasselbe, wenn man sich nicht auf eine mühsame Ausdehnung einlassen will, in dem Zimmer so circuliren, daß der erkaltete Theil abfließt und neu erwärmt es ununterbrochen zuströmt. Das Princip dieser Circulation erhellt aus Fig. 13 u. ff. Die Erwärmung des Wassers im Gefäße wird sich zunächst, wenn sie vom Boden aus geschieht, auf die untern Wasserschichten erstrecken, diese ausdehnen, specifisch leichter machen und dadurch nöthigen, nach den höchst gelegenen Theilen des Apparates, also anfangs nach der Oeffnung, von da in ein Rohr und endlich auf die Höhe emporzusteigen.

In demselben Verhältnisse wird aber das kalte Wasser nachfließen müssen, wenn unten keine Leere entstehen soll; ein Spiel, das ebenso lange dauert, als noch ein Temperaturunterschied in verschiedenen Theilen des Wassers vorhanden ist, oder niemals aufhört, wenn das aufsteigende warme Wasser unterwegs abkühlt und der Temperaturunterschied dadurch forterhalten wird. Wie man leicht einsieht, kann das Gefäß ebensogut ein offenes sein, in welches die Enden des Rohres eintauchen wie ein Heber, nur würde seitwärts zu viel Wärme unbenutzt bleiben. Die Wärme selbst dient also als bewegende Kraft der Circulation, welche um so rascher Statt finden wird, je weniger Abkühlung und Hindernisse den aufsteigenden Strom hemmen. In der Praxis, z. B. in England, wo die Wasserheizung durch Perkins verbreitet wurde, dienen entweder geschlossene Kessel, welche nach Art der Dampfkessel geheizt werden, oder die Röhren sind ohne Kessel in vielfachen Windungen im Ofen selbst eingelassen. Die Dimensionen des Heerdes und der Leitung müssen so abgeglichen sein, d. h., die Abkühlung muß so rasch erfolgen, daß kein Dampf gebildet werden kann. Zur Vermeidung der Gefahr einer Explosion bei unvorhergesehener Bildung desselben, durch Ueberheizung etwa, müssen Sicherheitsventile, sowie wegen des Zerspringens der Röhren durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Metallmasse Compensationsstücke eingesetzt sein. Die letzteren bestehen darin, daß man zwei beliebige Enden nicht durch Schrauben, sondern dadurch vereinigt, daß das dünnere, durch eine Stopfbüchse eingefügt, Verschiebbarkeit bei wasserdichtem Verschluß gewährt. Auch dürfen an dem Gipfel der Leitung Röhren nicht fehlen, welche, die Luft auslassen, welche sich aus dem heißen Wasser entwickelt.

Die Quantität Wasser, welche per Minute von dem Apparate nach den zu heizenden Räumen geliefert werden muß, kann leicht auf folgende Weise bestimmt werden. Ist A die Luft in Cubikfußen und um t^o wärmer als die äußere, welche in der Minute verloren geht und ersetzt werden muß, ist ferner 1 Cubikfuß Wasser 770 Mal schwerer als 1 Cubikfuß Luft, so entsprechen 1 Cubikfuß Luft $\frac{A}{770}$ Cubikfuß Wasser dem Gewichte nach; die Wärme, welche jene (A) auf t^o brachte, vermag nur nahe den vierten Theil von diesem $\left(\frac{A}{770}\right)$, oder genauer $\frac{A}{3{,}746 \times 770}$ ebenso weit zu erwärmen, es werden mit andern Worten $\frac{A}{3{,}746 \times 770}$ Cubikfuß Wasser bei'm Erkalten um t^o gerade A Cubikfuß Luft um ebensoviel erwärmen. Das Wasser in den Röhren hat oben nahe 100^o und giebt davon $60-70^o$ ab oder erkaltet allgemein um $(T-t'^o)$; darum wird man auch um ebensoviel Wasser weniger bedürfen, als $(T-l'^o)$ höher als t^o, nämlich $\frac{A\,t^o}{3{,}746 \times 770\,(T-t'^o)} = \frac{A\,t'^o}{2884{,}4\,(T-t'^o)} = Q$ Cubikfuß $= Q\ 31\frac{1}{4}$ Pfd. Wasser per Minute. Um diese Leitung einer solchen Leistung anzupassen, ist die Kenntniß der Geschwindigkeit nöthig, mit welcher das Wasser sich in Röhren bewegt. Sie wird im Wesentlichen gerade so bestimmt, wie der Zug der Kamine, nur daß die Reibung des Wassers, als von der Luft verschieden, eine besondere Berücksichtigung erfahren muß. Die Geschwindigkeit führt mit Q zusammen auf den Durchmesser der Röhren und letzterer auf die Dimensionen der Feuerung. Das Steigrohr sucht man durch Um=

geben mit schlechtleitenden Substanzen vor Abkühlung möglichst zu bewahren und ohne Biegung zu erhalten, dem Fallrohr dagegen alle Gelegenheit einzuräumen, wobei es Wärme an die Zimmerluft abgeben kann. Wenn die Heizung sich auf sehr ausgeströmte Räume erstreckt, so wird das Wasser in den hinteren Zimmern zu kalt ankommen; man thut dann gut, jede Hälfte des Raumes durch eine besondere Leitung zu speisen.

Der Dampf gewährt in seiner Anwendung eine höhere Wirkung als das Wasser; man braucht davon weniger. Da 24,6 Cubikfuß Luft von 0° 1 Pfund ausmachen, so kann A Cubikfuß des obigen Ausdrucks $\frac{A}{24,6}$ Pfd. wiegen und durch Verdichtung von

$$\frac{A}{24,6 \times 3,746 \times 5,5}$$

Pfd. Dampf von 100° zu siedendem Wasser auf diese Temperatur (von 100°), folglich auch von

$$\frac{A\,t^{0}}{24,6 \times 3,746 \times 5,5 \times 100} =$$

Q Pfd. Dampf nach dem Orte seiner Verdichtung hinzuleiten, wählt man Röhren von engem Durchmesser (etwa 1,5 Zoll) und umgiebt sie, um vor der Hand alle Verdichtung zu vermeiden, mit einer dicken Schicht von Sahlband oder ähnlichem Wollenstoff; die Condensationsröhren dagegen sind wenigstens 4 Mal so weit, von Kupfer oder Gußeisen und müssen so eingerichtet sein, daß man die Luft bei dem Eintreten des Dampfes auslassen kann, welche sonst seiner raschen Verbreitung sehr hemmend entgegentreten würde. Im Allgemeinen muß die Oberfläche dieser Röhre rauh und matt sein, weßhalb es gut ist, dem Kupfer durch einen Farbenanstrich oder dergleichen diejenigen Beschaffenheiten zu geben, welche dem Guß eigenthümlich ist. Um der Längenausdehnung denselben Spielraum zu geben, kann man entweder so verfah-

ren, wie bei der Wasserheizung angeführt wurde, oder diesen Zweck noch einfacher dadurch erreichen, daß man in dem geraden Verlauf der Röhre ein Bogenstück aus geschmeidigem Metall einschaltet, welches dann durch seine mehr oder weniger starke Biegung die Verlängerung ausgleicht. Begreiflicherweise wirken verschiedene Körper nach der Beschaffenheit ihrer Oberfläche sehr ungleich verdichtend auf den Dampf; Clement fand, daß bei 15° der umgebenden Luft 1 □Fuß Oberfläche einer horizontalen gußeisernen Röhre 0,234, einer blank kupfernen 0,184 und einer geschwärzten kupfernen 0,213 Pfd. Dampf zu verdichten vermöge, eine Quantität, welche bei senkrechter Richtung der Röhren etwas größer ist. Bei aller Abänderung in den Besonderheiten dieses Systemes muß stets für die Ableitung des verdichteten Wassers gesorgt sein, welches man am Besten in der Richtung des Dampfstroms nach besonderen Röhren fließen läßt, welche es in den Dampfkessel zurückleiten. Zuweilen läßt man absichtlich nach beendigter Circulation eine Quantität Wasser in den Röhren verweilen, um bei dessen Erkalten die Nachwirkung zu zernichten. Für den Fall einer plötzlichen zufälligen und starken Verdichtung, welche das Wasser des Dampfkessels heraufsaugen würde, muß in der Gegend, wo der Dampf eintritt, ein Ventil angebracht sein, welches sich nach Unten öffnet. — Die Luftheizung ist wegen des größeren Umfanges der Canäle einem größeren Nebenverlust ausgesetzt, als die beiden letzteren Methoden, welchen dagegen der Mangel an Ventilation zur Last fällt. Die Wasserheizung ist einfacher, leicht auf eine gegebene Temperatur zu reguliren und giebt an sich eine weniger jähe Hitze, als die Dampfheizung, welche dagegen auf weiten Strecken und Höhen benutzt werden kann, als sie der Druck der Wassersäule für jene zulässig

macht. Es versteht sich von selbst, daß die Heizröhren in beiden Fällen die Form beliebiger Verzierungen, z. B. einer Säule oder eines Ofens annehmen können und dann mehr nach Art eines Ofens wirken.

Bereits oben wurde angedeutet, daß die Leistung der Brennstoffe in der Praxis bedeutend hinter derjenigen zurückbleibt, welche der Theorie nach erfolgen sollte. Die Ursachen davon sind theils mehr zufällige und äußere, theils aber auch in der Natur der Sache gelegen und darum schlechterdings unvermeidlich. Dahin gehören vor allen Dingen der Zug in den Kaminen, zu dessen Erhaltung und Erregung stets ein Theil der Wärme geopfert wird.

1 Pfd. trockenes Holz erfordert durchschnittlich 5,94 oder in runden Zahlen 6 Pfd. Luft von 0° (= 148 Cubikfuß); gesetzt, diese entweichen mit 160° C. in die Esse, so wird die darin enthaltene Wärme ebenso groß sein, als diejenige in 1 Pfd. Luft von $6 \times 150^{\circ} = 900^{\circ}$, oder in 9 Pfd. Luft von 100° und mithin auch in $\frac{9}{3,746} = 2,4$ Pfd. Wasser von 100°. Nach Schödler und Petersen vermag nun 1 Pfd. trockenes Holz im Durchschnitt 40,6 Pfd. Wasser auf 100° zu erwärmen; der durch die Wirkung der Esse sich ergebende Verlust ist also $= \frac{2,4}{40,6} =$ 0,06 oder 6 Proc. und wird um so größer sein, je wärmer die Luft durch die Esse entweicht. Zudem ist die Verbrennung selbst in gut eingerichteten Oefen stets eine mehr oder weniger vollkommene. In Folge einer zu starken Wärmeentziehung durch die Wände des Feuerraumes oder durch übertriebenen Luftzutritt — gering angeschlagen wenigstens doppelt zuviel, als der Theorie nach nöthig wäre — in Folge endlich eines zuweilen durch vorübergehende Verstopfung

des Rostes ꝛc. eintretenden Mangels an Luft (Sauerstoff) ist einem Theil des Brennstoffs die Gelegenheit benommen, seine Elementarbestandtheile mit dem Sauerstoff zu verbinden, also Wärme zu entwickeln. Es bleibt derselben nichts übrig, als sich vermöge der umgebenden Hitze in verschiedene, theils flüchtige, theils feste Verbindungen aufzulösen, welche, von dem Zuge mit fortgerissen, in den entlegeneren Theilen des Ofens und in der Esse als Rauch auftreten. Der Rauch hat in allen seinen Bestandtheilen die Fähigkeit beibehalten, sich unter Entwickelung einer entsprechenden Menge Wärme, dem verloren gehenden Theile, mit Sauerstoff zu verbinden (zu verbrennen). Die Verbrennung im Feuerraume wird also durch die Ursache theilweise zu einer trockenen Destillation herabgestimmt; man sieht in der That, anstatt Wasserdampf, Kohlensäure und Stickstoff allein, diese Gase stets mit Rauch entweichen, der sich nach Umständen entweder als trockenen Ruß oder Glanzruß anlegt. Die sogenannten rauchverzehrenden Vorrichtungen an Oefen bezwecken sämmtlich, obgleich meist mit geringem Erfolg, die Verbrennung dadurch nachträglich zu vollenden, daß man einen (heißen) Luftstrom mit dem Rauche zusammenführt. Schon die verdichtbaren Bestandtheile des Rauches absorbiren Wärme zu ihrer Dampfbildung und noch mehr das durch die Verbrennung gebildete Wasser, welches größtentheils verloren geht. Viel größer ist aber der Schaden, welchen man durch das hygroskopische Wasser erleidet, von welchem die Brennstoffe in den wenigsten Fällen der Anwendung — bei der Zimmerheizung nie — befreit werden. Dieser Schaden ist ein doppelter, einmal, weil das Wasser die Masse verringert, also 1 Centner Holz z. B. nur gegen 60 Pfd. wirklichen Brennstoff erhält, außerdem aber noch durch Verschluckung von Wärme bei sei-

nem Uebergange in Dampf. Darum sind die Resultate der Rumford'schen Versuche (mit gewöhnlichem Holz) geringer, als die aus den Analysen (mit trockenem) berechnet; indessen muß man nicht vergessen, daß die Wärme des verdampften hygroskopischen Wassers, insofern dasselbe darin verdichtet wird, im Calorimeter nicht verloren geht, wie in der Praxis. Die Größe seines Einflusses ist leicht zu berechnen. Das Holz im gewöhnlichen Zustande, also lufttrockenes, enthält gegen $\frac{1}{5}$ Wasser und nur $\frac{4}{5}$ wirksame Theile; von 40,6 Pfd. Wasser, welche 1 Pfd. trockenes Holz auf 100° erwärmt, gehen schon dadurch $\frac{40{,}6}{5} = 8{,}1$ Pfd. verloren; außerdem verschluckt jedes $\frac{1}{5}$ Pfd. bei seiner Verdampfung noch soviel Wärme, als $\frac{1}{5} \times 5{,}5 = 1{,}1$ Pfd. Wasser von 100° entspricht. Im Ganzen geht demnach durch die Feuchtigkeit des Holzes $\frac{8{,}1 + 1{,}1}{40{,}6} = 22\frac{1}{2}$ Proc. der Wärme verloren.

Man sieht daraus folglich, welchen Vortheil es gewährt, die Brennstoffe so trocken, als möglich, zu machen. Für die Zwecke des gewöhnlichen Lebens ist das künstliche Austrocknen des Holzes in der Regel zu kostspielig und nicht thunlich; in gewissen technischen Betrieben dagegen ist nur gedörrtes Holz anwendbar und die Einrichtungen, worin das Dörren im Großen geschieht, sind für Brennstoffe, welche an einer bestimmten Stelle gewonnen werden, wie Torf u. a., darum sehr geeignet, weil sonst die werthlosen Abfälle an den Gruben zum Heizen der Darren benutzt werden können.

Man hat im Gegensatze zu den vorstehenden Bemerkungen die Wirkung des Wassers bei dem brennenden Material als vortheilhaft angepriesen und nicht ganz ohne Grund. Nur ist genau zu unter-

scheiden, ob dasselbe flüchtig oder als Dampf mit dem Brennstoffe in Berührung kommt. Aus den Versuchen von Bunsen und Fyfe geht nun hervor, daß rothglühende Kohlen und Wasserdampf einander zu freiem Wasserstoff- und Kohlenoxydgas (und etwas Kohlensäure) zerlegten, welche beide, im Fall hinreichend Sauerstoff vorhanden, sogleich unter Entwickelung von Weißglühhitze zu Wasser und Kohlensäure verbrennen*); ihre vielfältigen Beobachtungen zeigen ferner, daß der erlangte Mehrbetrag an entwickelter Wärme den zur Dampferzeugung erforderlichen Aufwand an Brennstoff überwiegt. Unter der Bedingung also, daß mit dem Dampf hinreichend Luft eintritt, um die entstandenen Gase zu verbrennen, ist seine Anwendung von Nutzen und veranlaßt bei der größeren Hitze eine lebhaftere Flamme. Von dem Augenblick an, wo der Dampfstrom das richtige Verhältniß überschreitet und der Luft dadurch den Weg zum Eintritt schmälert, sinkt die Temperatur bis zum Erlöschen des Feuers. Am Zweckmäßigsten bringt man unter dem Roste ein Wasserbecken an, so daß die abwärts strahlende Wärme die Verdampfung ohne Kosten verrichtet.

Bei Dampfmaschinen leitet man den schon benutzten Dampf, anstatt ihn zu verdichten, in die Gluth. — Zusatz von Wasser zum Brennstoff bewirkt durch den Act der Verdampfung desselben eine sehr

---

*) 1 Gewichtstheil Kohle, im Dampfe anfangs zu Kohlenoxyd und dann zu Kohlensäure verbrannt, erwärmt dadurch 78,15 Wasser auf 100°; es werden dabei 0,1666 Gewichtstheile Wasser ausgeschieden, welche bei ihrem Verbrennen weitere 39,5 Wasser erwärmen. Der Vortheil wäre also $= \frac{78,15}{78,15 + 39,5} = \frac{1}{3}$, vorausgesetzt, daß die Verbrennung der Kohle im Wasserdampf unter gleichen Wärmeerscheinungen vor sich ginge, wie in der Luft.

große Herabstimmung der Temperatur, daß die Zersetzung des Wasserdampfes nicht mehr erfolgen kann. Es muß also schon von Vorn herein ein solches Verfahren, wie es besonders bei dem Brand mit Steinkohlen häufig vorkommt, als zweckwidrig angesehen werden, wie es auch practische Versuche, u. a. die von der Frankfurter Gesellschaft zur Beförderung der Künste rc. mit diesem Brennstoff vorgenommenen, unwiderleglich beweisen. Die mäßige Befeuchtung des Kohlenkleins (Fettschrotes) hat übrigens das für sich, daß dadurch das Verstauben und allzuhäufige Durchfallen durch den Rost verhütet wird, indem sich die feuchte Lösche bei'm Trocknen zusammenballt und Halt gewinnt. Besser ist zu demselben Zweck ein Zusatz von etwa $\frac{1}{8}$ feuchtem Lehm, welcher, die Masse der Kohlen überall durchsetzend, der Luft eine größere Berührungsfläche verschafft und die aufgenommene Hitze (nach Art der Massenöfen) langsam, also auf eine nützlichere Weise ausgiebt. Die von der genannten Gesellschaft angestellten Versuche gaben in der That für den mit Lehm versetzten Kohlengruß einen größeren Effect zu erkennen, als für den reinen.

Wenn feuchtes Holz an einem Orte aufgespeichert liegt, wo kein gehöriger Luftzug Statt findet, so tritt nach einiger Zeit eine chemische Veränderung ein, welche mit einer beinahe vollständigen Vernichtung seiner Brennkraft verknüpft ist und darum nähere Beachtung verdient. Bekanntlich verwandelt sich das abgestorbene Holz im Kern von alten Bäumen, wo zwar die Feuchtigkeit, nicht aber die Luft Zutritt hat, in eine weiße, mürbe, phosphorescirende Substanz, in „faules Holz", welches angezündet, nämlich wie in Humus verwandeltes Holz, ohne alle Flamme langsam wie Zunder mit geringer Wärmeentwickelung verglimmt; dessenungeachtet hat sich bei dieser Vermoderung mehr das Gewicht, als das Verhältniß seiner

Elemente geändert. Eine Probe davon enthielt z. B. 47 Proc. Kohlen= und auf 6 Proc. Wasserstoff nur 45,3 Proc. Sauerstoff, also gegen das frische Holz einen Ueberschuß an jenem, welcher die Flammenverbrennung umsomehr erwarten läßt. Höchst wahrscheinlich ist der Wasserstoff darin größtentheils als Wasser, d. h. bereits verbrannt, enthalten, eine Voraussetzung, welche das Verhalten der Substanz von selbst erklärt. Auf dieselbe Weise fängt unter den genannten Umständen ein Vermoderungsproceß an, in dem Brennholze Raum zu gewinnen, und vermindert im Maße seines Fortschreitens mit der Verbrennlichkeit und Flammenbildung seinen Werth. Man sagt alsdann: das Holz sei „gestockt".

So werthvoll auch die aus guten Versuchen ermittelte Heizkraft der Brennstoffe sein mag, indem sie den Höhepunct anzeigt, welchen die Praxis zu erreichen stets bestrebt sein muß, so werden ihre numerischen Werthe durch die Concurrenz aller aufgezählten gegenwirkenden Umstände doch in einem solchen Grade vermischt und von ihrem ursprünglichen Werthe verrückt, daß man daraus die Leistung der Brennstoffe für den jetzigen Zustand der Heizeinrichtung durchaus nicht mehr mit Sicherheit entnehmen kann. Auch der relative Werth der theoretischen Heizkraft ist oft in der Praxis nicht mehr zu erkennen und umgekehrt. Lindenholz z B. gewährt nach der Theorie, keineswegs nach der Praxis, den höchsten Effect. Darum hat man denn die im gewöhnlichen Leben unabweisbare und hochwichtige Frage über das Verhältniß, in welchem die Leistungen der Brennstoffe für die gebräuchlichen Feuerungen zueinander stehen, durch directe practische, im Großen angestellte Versuche zu beantworten gesucht. Es versteht sich von selbst, daß solche Versuche nur für die bestimmte Art von Feuerung, worauf sie sich bezie=

hen, strenge Geltung haben können. Einige der zuverlässigeren Beobachtungen mögen hier eine Stelle finden.

Für die Zimmerheizung fand man in einer Reihe von Versuchen — bei welchen die äußere Temperatur von + 6,8° bis 6,2° variirte und die Zimmerluft auf die mittlere Temperatur von 15 — 19° C. gebracht wurde und der Rauch mit 75—100° C. in den Schornstein entwich — daß 100 Pfd. lufttrockenes Buchenscheitholz soviel leisten, als 48 Pfd. Stück- (Stein-) Kohlen, 40 (bei möglichster Abkühlung des Rauches) bis 60 Pfd. gemischter Grus mit $\frac{1}{17}$ Wasser angemacht, 44 Pfd. fetter Grus mit $\frac{1}{17}$ Wasser, 37 Pfd. gemeiner Grus mit $\frac{1}{17}$ Wasser und $\frac{1}{5}$ Lehm, und 38 Pfd. Grus mit $\frac{1}{5}$ Wasser und $\frac{1}{5}$ Lehm. Hierbei muß man sich erinnern, daß die angegebene Lufttemperatur die mittlere, nämlich diejenige ist, welche der Luft in gleichem Abstande von Decke und Boden zukommt. Die Beobachtungen lehren, daß die Temperatur eines Zimmers nach eingetretenem Gleichgewicht nach Oben abnimmt, und zwar für gleiche Abstände (z. B. von 2′ zu 2′) ungefähr nach einer geometrischen Reihe, deren Quotient übrigens nicht unter allen Bedingungen derselbe ist. In einem Falle fand man ihn = 1,0727, wonach die Temperatur folgendermaßen stieg:

Boden 18,36; 2 Fuß 18,36 $\times$ 1,072; 4 Fuß 18,36 $\times$ $1{,}072^2$; 6 Fuß 18,36 $\times$ $1{,}072^3$ ꝛc.

Die Wirkungen der Steinkohlen auf die Dampfkessel hat Fyfe sehr genau erforscht und glaubt gefunden zu haben, daß die Wärme, welche in der Praxis unter denselben wirklich zu Gute gemacht wird, ziemlich dieselbe ist, welche die aus ihnen darstellbare Quantität Coaks (als Kohlenstoff) der Theorie nach geben würde. Wenn eine Kohle z. B. 50 Proc. Coaks giebt, so würden 100 Pfd. der Kohle 50 $\times$ 78,4

(Despretz) Pfd. Wasser zum Sieden bringen. Nach ihm erhält man von 1 Pfund Kohle von Trenant 5,25 Coaks, welche demnach 3,9 Pfund Dampf liefern, so daß man auf das Verkohlen eine 5,61 — 3,9 = 1,71 Pfd. Dampf entsprechende Heizkraft verliert. — Bei andern Versuchen fiel das Resultat zwischen 5,8 und 6,8 und zwischen 7,8 und 8,7 für Coaks. Den höchsten Effect fand Parkes in 8,68 Pfd. und Henwood in 9,96 für 1 Theil beste Newcastler Steinkohlen. Interessant sind ferner Fyfe's Versuche über das Einleiten von Dampf in brennende Kohle. Im Mittel von 13 Beobachtungen verdampfte 1 Pfd. schottische Kohle, wenn ein gut regulirter und gehörig getheilter Dampfstrom über dieselbe in die Flammen gelassen wurde, 4,49 Pfd. Wasser von 0°. Eine andere Sorte von Kohlen ergab unter gleichen Umständen im Mittel 10,97 Pfd. Dampf aus Wasser von 0°. Eine unmittelbare vergleichende Probe an einem Dampfkessel endlich erwies, daß 537 Pfd. Kohle unter Mitwirkung des Dampfes ebensoviel leistete, als 812 Pfd. ohne dieß, wobei von je 100 Pfd. des erzeugten Dampfes 4 Pfund in den Feuerraum geleitet werden mußten. Dieses abgerechnet, werden also nicht 10,97, sondern 10,53 als der wahre Effect betrachtet werden müssen, was gegen die höchste Leistung der bloßen Kohlen immer noch ein Vortheil von 37 Proc. wäre, wenn weitere Forschungen die Sache bestätigen sollten.

Der hessische Gewerbeverein hat vorzugsweise den Wirkungswerth von Holz, Torf und Steinkohle unter verschiedenen gut eingerichteten Kesselfeuerungen untersucht. Man fand, daß im Durchschnitt der auf sechs solche Feuerungen bezüglichen Versuchsreihen 1 Pfund zwei Jahr gefälltes Buchenscheitholz 2,075, 1 Pfd. Torf 1,992 und 1 Pfd. Kohlengrus 5,201 Pfd. Wasser von 0° verdampfen. Für das gewöhnliche

Leben, wo man die Brennstoffe vorzugsweise dem Maße nach kauft und consumirt, lassen sich die angegebenen Werthe leicht übertragen.

Nach dem Gesetze ist die Einheit des Holzmaßes für das Großherzogthum Hessen der Stecken = 100 Cubikfuß, welche begreiflicherweise bei der unregelmäßigen Form des Holzes nie vollständig erfüllt sind. Nach der zu Grunde liegenden Bestimmung hat der Stecken Scheitholz 70, Prügelholz 60, Stockholz 50 und Reisig 25 Cubikfuß solide Holzmasse, so daß man aus dem specifischen Gewicht der Hölzer das Gewicht eines Cubikfußes und daraus das Gewicht eines Steckens finden kann. Ein Stecken 2 Jahr altes lufttrockenes Buchenscheitholz ergab übrigens im Mittel von zwei directen Wägungen 1560 Pfd.

Eine Bütte (= 10 Cubikfuß) Steinkohlengries wiegt 260 bis 270 Pfd. trocken, ebensoviel zerschlagene Steinkohle 245 Pfd.

Bei'm Torf ist die Beschaffenheit zu abweichend, wodurch, ebenso wie bei den Holzkohlen, wegen des Grades der Feuchtigkeit und der Größe der Stücke bestimmte Angaben weniger zulässig sind.

Die Bütte Braunkohlen (Lauterbacher) wird zu 116 Pfd. berechnet.

Wie von selbst einleuchtet, müssen bei solchen Reductionen Feuchtigkeitszustand, Form und Größe der Stücke 2c. stets berücksichtigt werden.

Zweites Capitel.

Beobachtungen über die verschiedenen Arten der Heizung und Ventilirung.

H e i z u n g.

Nehmen wir zuvörderst an, es handle sich nur um die Heizung, d. h. darum, irgend einen Raum in einer bestimmten Temperatur zu erhalten. Es ist offenbar hinreichend, dem Raume eine gleiche Wärmemenge zuzuführen, als die durch die Fenster und die Wände aus demselben abgeführte, nachdem die letztere bereits durch eine längere oder kürzere Heizung erwärmt worden sind. Wenn die Wände sogleich die äußere Temperatur annehmen, so würde die dem Raume mitzutheilende Wärme in jedem Augenblicke verschieden sein; allein da sie viel Wärme enthalten, wenn sie erwärmt worden sind, so können die mitgetheilte Wärmemenge und die äußere Temperatur in sehr ausgedehnten Gränzen und eine lange Zeit hindurch verschieden sein, je nach der Beschaffen-

heit und der Stärke der Mauern, ohne daß die innere Temperatur wesentliche Verschiedenheiten zeigen kann. Wenn nun die Wärmemittheilungs-Apparate eine hinreichende Ausdehnung haben, so kann der Ofen stets so gefeuert werden, daß er eine im Wesentlichen constante Temperatur erzeugt.

Die zur Erhaltung der Temperatur erforderliche Wärme kann durch Strahlung und durch warme Luft hervorgebracht werden. Bei unsern Küchenheerden rührt sie nur von der Strahlung her; sie ist fast nur eine Folge der Berührung der Luft, wenn die entweder direct, oder durch warmes Wasser, oder durch Dampf erhitzten Oberflächen aus einem polirten Metall bestehen und in dem Innern der Räume befindlich sind. Diese Wärme kommt nur von der warmen Luft, wenn die Heizoberflächen gänzlich außerhalb der zu erwärmenden Räume befindlich sind. Endlich rührt die Wärme sowohl von der Strahlung, als auch von der Berührung der Luft her, wenn die im Innern der Räume befindlichen Heizoberflächen aus nicht polirtem Gußeisen oder Blech bestehen.

Da die strahlende Wärme die Eigenschaft besitzt, die Luft zu durchströmen, ohne wesentliche Verluste zu erleiden, so würden sich, wenn der Raum nur durch Strahlung erwärmt werden sollte, die Strahlen gegen die Fensterscheiben und gegen die Wände verlieren, während ein Theil der von den letzteren aufgenommenen Wärme die Luft erwärmen würde und daher im Innern des Raumes auf- und abwärtsgehende Ströme entstehen würden. Durch diese Art der Heizung, welche die gewöhnliche unserer Privatwohnungen ist, erreicht die Luft niemals eine hohe Temperatur, um so weniger, da immer eine starke Ventilation entsteht und selten die Luft vorher durch einen Theil der Rauchwärme des Ofens erwärmt wird.

Wenn ein Raum durch einen Strom warmer Luft erwärmt wird, so zieht sich derselbe nach Oben und kühlt sich rasch ab; es entstehen an den Wänden abwärtsgehende Strömungen, welche dieselben erwärmen und die Temperatur in dem Raume möglichst gleichförmig erhalten.

Aus dem Gesagten ist nun leicht zu ersehen, was folgen muß, wenn die Heizung zu gleicher Zeit durch Strahlung und durch Mittheilung der Wärme durch die Luft bewirkt wird.

Wir haben angenommen, daß die Temperatur der zu erwärmenden Räume stets gleich erhalten werden müsse. Es ist jedoch nur in den Hospitälern von Nutzen, Tag und Nacht in den Sälen eine gleiche Wärme zu erhalten. Man erlangt sie durch ununterbrochene Verbrennung in den Oefen, oder, wenn diese Nachts aufhört, durch Warmwasserbehälter, welche sich nur langsam abkühlen. Wenn aber auch die Wände eine nur geringe Dicke haben, so ist die Wärme, welche sie enthalten, fast immer hinreichend, um die Temperatur des Nachts, ohne wesentliche Verminderung zu erhalten.

Wenn dagegen die Gebäude starke Wände haben, so ist es unnöthig des Nachts zu feuern und man kann fast immer, mittelst einer starken Feuerung des Morgens, in wenigen Stunden die des Nachts erlittenen Verluste wiederherstellen.

Wenn aber die Wände eine nur geringe Dicke haben, wie es z. B. in vielen Fabriken der Fall ist, so kühlen sie sich in der Nacht sehr bedeutend ab. Feuert man aber mehre Stunden vorher, ehe die Arbeiten beginnen, so läßt sich die verlorene Menge ebenfalls leicht wiederherstellen. Die äußere Lufttemperatur kommt dabei natürlich sehr in Betracht.

Wenn die Gebäude dicke Wände haben und die Räume nur zu gewissen Tagen und Stunden benutzt

werden, so würde es sehr kostbar sein, wenn man die Mauern stets in gleicher Temperatur erhalten, oder wenigstens sie vollständig herstellen wollte, wenn die Räume gebraucht werden. Sollen solche Zimmer gebraucht werden, so muß man mehre Stunden lang sehr lebhaft feuern, um die Wände nur theilweis, dagegen aber die Luft in den Zimmern, während ihres Gebrauchs, desto stärker zu erwärmen.

In allen Fällen, mit Ausnahme der Küchenheerde, wird die von dem Ofen entwickelte Wärme dazu benutzt, die Oberflächen zu erwärmen, welche alsdann die Wärme mittheilen. Diese Oberflächen können entweder direct, oder mittelst Dampf, oder mittelst warmen Wassers erwärmt werden. Daher die große Verschiedenheit in der Beschaffenheit und Einrichtung der Apparate. Jede Heizmethode hat ihre Vor- und ihre Nachtheile; so giebt es in jedem Gebäude oft sehr verschiedenartige besondere Umstände und besondere Bedingungen und es giebt durchaus keine Heizung, die in allen möglichen Fällen besser, als die andere wäre.

Unter einigen Umständen, wenn die zu erwärmenden Räume einander nahe liegen und besonders, wenn es sich um die ersten Anlagekosten handelt, muß man den Lufterhitzungsöfen den Vorzug geben. Ist es von Wichtigkeit, daß die Temperatur nur geringe Veränderungen erleidet, wenn nur wenige Zimmer zu heizen sind und in der Nähe des Heizgewölbes liegen, so sind Dämpfe oder warmes Wasser die zweckmäßigsten Heizmittel. Sind dagegen die zu durchströmenden Entfernungen bedeutend, so muß man Dämpfen oder warmem Wasser den Vorzug geben und zwar muß man circulirende Röhren anwenden, deren Reservoire durch Dämpfe erwärmt werden, indem die Strömungs-Geschwindigkeit des warmen Wassers in dem Maße sehr rasch abnimmt, als die

Länge der Circulirröhren zunimmt und da die Wärmeverluste mittelst dieser Röhren, die stets einen bedeutenden Durchmesser haben, sehr bedeutend sind. Sind dagegen viele Zimmer zu erheizen, die entfernt von dem Heizgewölbe liegen, so wird eine Heizung durch Dämpfe allein, oder durch Dämpfe und Wasser, ohne Circulation, vorzuziehen sein. Es läßt sich nämlich in diesem Fall die Wärme leicht vertheilen und es werden die Leitungsröhren, wegen ihres geringen Durchmessers nur wenig abgekühlt.

Man ist bis jetzt stets der Meinung gewesen, daß, wenn es sich darum handle, in einem Raume, Tag und Nacht eine gleiche Temperatur zu erhalten, man nur Warmwasserheizung anwenden könne, da in der, in Circulation befindlichen Wassermasse eine bedeutende Wärmemenge enthalten ist, die sich nun langsam abkühlt und folglich die Temperatur, ohnerachtet des Feuers im Ofen erloschen ist, erhalten bleibt. Wenn aber das Gebäude starke Wände hat, so können dieselben Nachts und nach Abgang des Feuers Wärme abgeben und weit mehr, als die Warmwasserröhren zur Erhaltung der Temperatur beitragen. Es geht dieß aus den gemachten Erfahrungen, die wir weiter unten zum Theil mittheilen werden und hauptsächlich aus den in der Kirche St. Roch zu Paris gemachten hervor, indem sie zeigen, mit welcher Langsamkeit die innere Temperatur, nach dem Aufhören der Feuerung, abnimmt. Die Warmwasseröfen sind nur dann von wesentlichem Nutzen, wenn sie Tag und Nacht die zur Lüftung erforderliche Luft in einer fast constanten Temperatur erhalten sollen und wenn die Heizung Nachts unterbrochen werden muß. Und selbst in diesem Falle werden die mit Dämpfen geheizten Warmwasseröfen, ohne alle Nachtheile, die Warmwasseröfen mit Circulirung ersetzen.

Ventilirung oder Lüftung.

Die zur Lüftung oder Ventilirung angewendeten Mittel sind minder zahlreich; sie kann nur durch eine Esse oder durch eine Maschine bewirkt werden. In allen Fällen muß die zur Ventilirung angewendete Luft bis zu einer passenden Temperatur erwärmt werden. Ist das erwärmte Luftvolum bedeutend, so kann die durch die Fenster und die Wände entweichende Wärme durch einen Temperatur-Ueberschuß der warmen Luft ersetzt werden, die in das Zimmer dringt. Ist aber die Menge der durch Ventilirung erforderlichen Luft nicht sehr bedeutend, so muß man ihre Temperatur weit mehr erhöhen, und alsdann ist es vortheilhaft, die durch die Fenster und Wände verloren gehende Wärme, durch die Strahlung der mit Rauch, Dampf oder Warmwasser erwärmten Oefen zu ersetzen.

Ventilirung durch eine Esse. — Eine Lüftungsesse ist ein senkrechter Canal, an beiden Enden offen, und mit dem untern Theile in Verbindung mit dem Raume, aus welchem die Luft entfernt werden soll und in welchem dieselbe erwärmt wird. Der erwärmte und gelüftete Raum, der mit der Atmosphäre durch die Oeffnung in Verbindung steht, welche die äußere Luft in den Ofen oder das Heizgewölbe führt, erhält die Bewegung der Luft durch das Bestreben der erwärmten Luft, aufwärts zu steigen und durch die Esse von der untern nach der obern Oeffnung zu strömen. In derjenigen Jahreszeit, in welcher die Luft nicht erwärmt wird, und in welcher die innere Luft von der äußern nur wenig verschieden ist, rührt die Wirkung der Esse nur von der höhern Temperatur her, welche die Luft dort erhält. Im Winter kommt die aufströmende Kraft der Luft in

der Esse nur von der höheren Temperatur der ausströmenden Luft gegen die äußere; um daher dieselbe Wirkung hervorzubringen, muß die Luft in der Esse mehr erwärmt werden. Dieß ist in der Art der Fall, daß, wenn man die Luft in der Lüftungsesse gar nicht erwärmte, sie immer noch eine bedeutende Wirkung haben würde, die von dem Ueberschusse der innern Temperatur über die äußere herrührt; es ist dieß ein wohlbekannter Erfahrungssatz. Es muß daher die Luft in der Lüftungsesse im Sommer mehr erhitzt werden, wenn die Lüftung gleichbleiben soll. Daher müssen alle Elemente des Zuges einer solchen Esse für den Sommer bestimmt werden.

Betrachten wir eine Esse, welche die äußere Luft durch mehr oder weniger lange Canäle anzieht; ihre Wirkung, welche von dem Ueberschuß ihrer Temperatur gegen die der äußern Luft herrührt, bildet eine constante, von Unten nach Oben gerichtete Kraft, welche mit der Höhe der Temperatur und mit der Höhe der Esse selbst steigt. Allein es kann diese Kraft nie ihre ganze Wirkung thun, da die Luft in der Esse, sowie auch in den Canälen, welche sie vom Eintritt an durchströmt, eine Reibung erleidet, und weil sie wegen der verschiedenen Querschnitte und wegen starker Biegungen Widerstand findet. Oder mit andern Worten, der Nutzeffect einer Esse ist gleich ihrem Normaleffect, vermindert um den Effect der Reibungen, der Verengungen und Biegungen.

Untersuchen wir nun zuvörderst den Einfluß der Höhe und Widerstände. Bemerken wir aber, daß hier die Länge eines Canals, seine Krümmungen, die Verschiedenheiten des Durchschnittes, der Widerstand der Luft auf ihrem Wege durch dieselben, stets durch den Durchmesser ausgedrückt werden können, welchen ein geradlinigter Canal mit gleichem Durchschnitt wie die Esse und von einer gewissen

Länge hat. Betrachten wir nun nach und nach Essen von 1 Meter im Quadrat-Querschnitt, mit Luft von 30°, wenn die äußere Luft = 0°, und mit Höhen von 5, 10, 15, 20, 25 und 30 Meter; nehmen wir ferner an, daß die Luft durch einen Canal von 1 Quadratmeter Querschnitt und von successiver Länge von 0, 10, 20, 40, 60, 100, 200 Meter Länge angesaugt werde. Nimmt man den Reibungs-Coefficienten zu 0,00125 an, ein Resultat wiederholter Versuche über das Ausströmen der kalten Luft in langen Leitungen, von den Herren D'Aubuisson und Gérard angestellt, so giebt das Calcul folgende Resultate*). Die ersten Zahlen entsprechen offenbar dem Fall, in welchem die äußere Luft unmittelbar von der Esse angezogen wird.

Höhe 5 Meter, theoretische Geschwindigkeit 2,95 Meter: 2,79 M.; 2,52 M.; 2,32 M.; 2,04 M.; 1,83 M.; 1,57 M.; 1,20 M.

Höhe 10 Meter, theoretische Geschwindigkeit 4,18 Meter: 3,74 M.; 3,42 M.; 3,17 M.; 2,80 M.; 2,53 M.; 2,17 M.; 1,68 M.

Höhe 15 Meter, theoretische Geschwindigkeit 5,12 Meter: 4,37 M.; 4,02 M.; 3,75 M.; 3,33 M.; 3,03 M.; 2,61 M.; 2,22 M.

---

*) Wenn man mit v die Geschwindigkeit bezeichnet, mit der die Luft in die Esse strömt und die Reibung unberücksichtigt läßt, mit v' die wirkliche Einströmungs-Geschwindigkeit, mit H die Höhe der Esse, mit L die Länge des Canals, mit D seinen Durchmesser und mit K den Reibungs-Coefficienten, so hat man $\frac{v^2}{2g} = \frac{v'^2}{2g} + \frac{(H + L) K v'^2}{D}$; daher $v'^2 = \frac{v^2 D}{D + 2g (H + L) K}$ . . . . . . [a], und da $v^2 = 2 g H a t : (1 + a t)^2$, wobei t die höhere Temperatur der Luft in der Esse gegen die des Canals bezeichnet und man erhält: $v' = \frac{1}{1 + a t} \sqrt{\frac{2 g H D a t}{D + 2 g (H + L) K}}$ . . . [b].

Höhe 20 Meter, theoretische Geschwindigkeit 5,91 Meter: 4,84 M.; 4,48 M.; 4,19 M.; 3,76 M.; 3,43 M.; 2,97 M.; 2,33 M.

Höhe 25 Meter, theoretische Geschwindigkeit 6,60 Meter: 5,20 M.; 4,84 M.; 4,55 M.; 4,15 M.; 3,76 M.; 3,27 M.; 2,59 M.

Höhe 30 Meter, theoretische Geschwindigkeit 7,24 Meter: 5,49 M.; 5,14 M.; 4,85 M.; 4,60 M.; 4,20 M.; 3,64 M.; 2,86 M.

Da der gemeinschaftliche Querschnitt der Essen gleich 1 Quadratmeter ist, so stellen diese Zahlen die Volumina der angesaugten kalten Luft dar. Aus der Ansicht dieser Zahlen folgt, daß der Zug einer Lüftungsesse mit ihrer Höhe zunimmt, und daß ihre Wirkung mit dem zu überwindenden Widerstande wächst. Betrachten wir z. B. die beiden Essen von 30 und von 15 Meter Höhe; wenn sie die äußere Luft direct ansaugen, so betragen die Geschwindigkeiten 5,49 und 4,37 Meter, deren Verhältniß 1,25 ist; und wenn sie die Luft durch einen 200 Meter langen Canal ansaugen, so sind die Geschwindigkeiten 2,86 und 2,22, deren Verhältniß 1,29 ist.

Da nun die Höhe einer Esse ein Element des Zuges ist, das nur Anlagen und keine täglichen Unterhaltungskosten veranlaßt, so muß man den Lüftungsessen die möglichst größte Höhe geben.

Wir wollen nun den Einfluß der Temperatur untersuchen. Bemerken wir aber zuvörderst, daß bei einer und derselben Esse das Verhältniß der wirklichen zu der theoretischen Ansauge-Geschwindigkeit das einer constanten Zahl ist, die nur von den Dimensionen der Esse und von der des Luftzuführungscanals abhängt und die ganz unabhängig von dem Temperaturüberschuß der Luft in der Esse ist; folglich ist bei allen Essen der Einfluß der Temperaturverände-

rungen derselbe*). Nun findet man aber, daß bei Temperaturüberschüssen von (I) die Einströmungs-Geschwindigkeiten der kalten Luft proportional sind den Zahlen (II):

(I)	(II)
10°	3,05
20	4,17
30	4,93
40	5,51
50	5,98
60	6,35
70	6,66
80	6,92
90	7,13
100	7,33
200	8,17
300	8,27
400	8,13
500	7,92

Diese Zahlen nehmen sehr langsam zu und über 300° hinaus nehmen sie ab. Es ist sehr leicht, sich

---

*) Die obige Formel [a] giebt

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{D}{D + 2g(H + L)K}}$$

Ebenso ist das Verhältniß zwischen der wirklichen und der theoretischen Geschwindigkeit constant und unabhängig von dem Ueberschuß der Lufttemperatur. Die Formel [b] giebt

$$v = M\sqrt{\frac{t}{(1 + a\,t)^2}} = M\frac{\sqrt{t}}{1 + a\,t},$$

wobei M eine constante Zahl bei einer und derselben Esse. Berechnet man demnach die Werthe von $\sqrt{t} : (1 + a\,t)$ für verschiedene Werthe von t, so erhält man Zahlen, die proportional den wirklichen und der theoretischen Einströmungsgeschwindigkeiten sind und diesen Temperaturüberschüssen entsprechen.

darüber Rechenschaft zu geben. Wirklich nehmen die Ausströmungsgeschwindigkeiten der warmen Luft aus der obern Oeffnung der Esse mit dem Temperaturüberschuß und proportional mit der Quadratwurzel dieser Ueberschüsse zu; ebenso steigt das Volumen der warmen Luft, welches in der Secunde ausströmt, fortwährend mit der Temperatur. Aber diese Luft ist immer mehr und mehr ausgedehnt und um daraus das in die Esse einströmende Volumen der kalten Luft abzuleiten, muß man das Volum der warmen Luft mit einer Zahl dividiren, die mit dem Ueberschusse der Temperatur größer wird; folglich steigt das Volum der angesaugten kalten Luft minder schnell mit der Temperaturerhöhung, als das ausgeströmte Volumen der warmen Luft. Und da bei einer geringen Temperaturveränderung die Ausströmungsgeschwindigkeit der warmen Luft minder schnell steigt, als die Zahl, mit der man sie dividiren muß, um das Volum der correspondirenden kalten Luft zu erhalten, so folgt daraus, daß über eine gewisse Temperatur hinaus das Volum der kalten Luft wieder abnimmt.

Es folgt aus den angeführten Zahlen, daß die Wirkung einer Lüftungsesse nur durch eine sehr bedeutende Steigerung der Temperatur erhöht werden kann. Nehmen wir z. B. eine Esse an, die Luft von 30° enthält, während die äußere Luft = 0°, so müßte man, um ihre Wirkung nur um die Hälfte zu erhöhen, die Geschwindigkeit in dem Verhältniß von 4,93 zu 4,93 • $\frac{3}{2}$, oder in dem von 4,93 zu 7,39 erhöhen und es müßte daher die Temperatur der Luft auf mehr als 200° gebracht werden. Es würde unmöglich sein, die Geschwindigkeit zu verdoppeln; denn das Maximum existirt fast bei 300° und bei dieser Temperatur ist diese Geschwindigkeit nur gleich 1,67 von der, welche bei 30° existirt.

Es folgt auch ferner aus dem Obigen, daß wenn eine 30 Fuß hohe Esse Luft enthält, deren Temperatur 30° höher als die äußere ist, Essen von gleichem Querschnitt und bei gleichen Umständen, welche 25, 20, 15 und 10 Meter Höhe haben, um dieselbe Wirkung hervorzubringen, Luft von fast 35, 43, 60, 95 Grad enthalten müßten. Eine Höhe von 5 Meter würde gar keine Wirkung haben.

In dem Obigen haben wir angenommen, daß die Esse denselben Querschnitt wie der Canal oder die Summe der Querschnitte mehrer Canäle, welche die Luft herbeiführen und in die Esse ausmünden, hätten. Giebt man aber der letzteren einen größeren Durchschnitt, so würde dadurch der Zug vermehrt, wie Herr Peclet durch eine große Reihe von Versuchen, die im großen Maßstabe ausgeführt wurden, nachgewiesen hat, und diese Zunahme des Zuges, sowie die durch eine größere Höhe der Esse veranlaßte, würden keine wesentlichen Kosten verursachen.

Die allgemeinen Grundsätze, die hier erwähnt werden, gestatten eine Erkennung der Bedingungen, unter denen große Zugessen erbaut werden müssen.

Zuvörderst müssen sie eine bedeutende Höhe haben, d. h. 45 bis 65 F., und selbst mehr, wenn ihr Querschnitt bedeutend ist. Sie müssen aus Ziegelsteinen erbaut werden, um die Abkühlung der Luft zu vermeiden, und hauptsächlich, weil die von den Ziegelsteinen aufgenommene große Wärmemenge die Temperatur der Luft erhalten kann, ohnerachtet des sehr verschiedenartigen Zuges von dem Ofen, so daß sie die Ventilirung selbst dann erhält, wenn die Feuerung auf eine nicht lange Zeit unterbrochen wird. Bei Essen von einer gewissen Höhe kann man den Zug verstärken, d. h. gleiches Volumen kalte Luft ansaugen, wenn man ihr einen größeren Durchschnitt giebt. Die Temperatur kann alsdann geringer sein,

und man bringt eine gleiche Ventilation mit einer geringeren Brennmaterialmenge hervor. Jedoch wird in dem Maße, daß sich der Temperaturüberschuß vermindert und der Durchschnitt der Esse vergrößert, die Ausströmungsgeschwindigkeit sich ebenfalls verringern; allein alsdann würden die Winde einen großen Einfluß auf den Zug haben, und es könnte alsdann die Esse unter gewissen Umständen eine entgegengesetzte Wirkung hervorbringen. Es giebt daher eine Grenze der Ausströmungsgeschwindigkeit, unter welche man nicht hinabgehen kann. Bei Essen von 45 bis 65 Fuß Höhe nimmt man gewöhnlich im Innern eine um 30° höhere Wärme an, als in der Atmosphäre, und dieser Ueberschuß veranlaßt alsdann eine hinreichende Geschwindigkeit, um die atmosphärischen Einflüsse zu vermeiden.

Wenn die Esse und der die kalte Luft herbeiführende Canal überall gleichen Durchschnitt hätten, und man den Temperaturüberschuß der Luft in der Esse und die Länge des Canals kennte, so würde es sehr leicht sein, den gemeinschaftlichen Durchschnitt des Canals und der Esse zu bestimmen, damit das in der Secunde angesaugte Luftvolum genau das gegebene wäre; und da die dazu angewendeten Berechnungen aus zahlreichen, nach einem großen Maßstabe unternommenen Versuchen hervorgehen, so würde man durchaus keine Ungewißheit lassen, sondern ganz genaue Resultate erlangen; allein an den zu ventilirenden Orten finden außerdem sehr verwickelte Luftbewegungen Statt; der von der Oeffnung bis zu der Esse von der Luft durchströmte Canal hat einen sehr verschiedenartigen Durchschnitt, der sich oft sehr plötzlich und häufig verändert; zuweilen dringt die Luft durch viele kleine Oeffnungen, die in einem dünnen Scheider angebracht worden sind; endlich haben die Canäle auch plötzliche Veränderungen ihrer Richtung.

Daher ist es denn ganz unmöglich, den Querschnitt, den eine Esse haben soll, um einen gegebenen Effect hervorzubringen, nur annähernd zu berechnen, und man muß alsdann der Esse einen Ueberschuß des Durchschnitts geben und den Zug durch ein zweckmäßig angebrachtes Register reguliren; die Stellung des Registers würde durch anemometrische Versuche bestimmt werden müssen. Dadurch würde man, indem man das Register öffnet und mehr Brennmaterial in dem Heerde verbrennt, die Ventilation sehr bedeutend vermehren, welches durch die alleinige Wirkung des Heerdes nicht möglich wäre. Alsdann würde die Ungewißheit wegen des genauen Durchschnittes, den die Esse haben muß, sich einzig und allein durch eine größere Wirkung zeigen, welche unter ausnahmsweisen Umständen und durch vollständiges Oeffnen des Registers hervorgebracht werden würde. Es muß auch noch bemerkt werden, daß, wenn man den Querschnitt der Esse genau berechnen könnte, man ihnen doch stets für die Fälle, in denen die stärkste Ventilation nothwendig ist, einen weit größeren Durchschnitt geben und den Zug durch ein Register reguliren müßte, welches gewöhnlich in derselben Stellung bleiben würde.

Bei Essen, in welche die Luft erst dann einströmt, nachdem sie lange Krümmungen gemacht hat, müßte man annehmen, daß die wirkliche Einströmungsgeschwindigkeit der Luft in die Esse nur 25 oder 30 Proc. von der theoretischen beträgt, d. h., von derjenigen Geschwindigkeit, welche Statt finden würde, wenn die Luft gar keinen Widerstand erlitte; wir müssen annehmen, daß diese wirkliche Geschwindigkeit etwa 14 Proc. von der theoretischen betragen würde, wenn die Krümmungen nur gering sind, wobei noch vorausgesetzt werden muß, daß der geringste Querschnitt in den Krümmungen bedeutender wäre, als der Querschnitt der Essen. Solche Essen wür-

den einen Kraftüberschuß haben, den man bei erforderlichen Umständen benutzen könnte. Diese Zahlen sind das Resultat von Erfahrungen, die an mehren großen Zugessen gemacht worden sind.

Nehmen wir z. B. an, daß es sich um eine Ventilation von 12,000 Cubikm. Luft in der Stunde handele, und daß dieselbe durch eine 15 Meter hohe Esse bewirkt werden solle, die Ventilation würde 3,33 Meter in der Secunde betragen. Nimmt man nun einen Temperaturüberschuß von 30° an, so würde die theoretische Einströmungsgeschwindigkeit fast 5 Meter betragen. Reducirt man sie auf 0,4, so würde sie = 2 Meter sein, und der Querschnitt der Esse = 1,60 Meter. Der Ueberschuß würde fast $\frac{1}{3}$ betragen, und unter ausnahmsweisen Umständen könnte die Ventilation mehr als verdoppelt werden. Bei einer 30 Meter (fast 100 Fuß) hohen Esse, welche mittelst eines langen und krummen Canales, 30,000 Cubikmeter Luft in der Stunde oder 8,33 Meter in der Secunde ansaugen soll, würde die theoretische Geschwindigkeit 7,24 Meter betragen. Rechnet man nun auf $\frac{1}{4}$, oder auf 1,81 Meter, so würde der Querschnitt = 4,6 Meter sein, und man würde im Allgemeinen einen Ventilationsüberschuß von fast $\frac{1}{3}$ haben, welcher durch den Verschluß des Registers unter gewöhnlichen Umständen aufgehoben werden könnte.

Nimmt man für die wirkliche Geschwindigkeit einen kleineren Bruch der theoretischen, so würde man offenbar einen weit größeren Ueberschuß der Ventilation in Reserve behalten, der nach Bedürfniß benutzt werden könnte; allein alsdann würde es von Wichtigkeit sein, das Register an dem oberen Theil der Esse anzubringen, damit die Ausströmungsgeschwindigkeit gewöhnlich groß genug wäre, um den atmosphärischen Einflüssen Widerstand leisten zu können.

Wir wollen jetzt die Einrichtung des Heerdes untersuchen.

Der Heerd kann nur dann in der Esse angebracht werden, wenn die Ansaugeöffnungen für die Luft sich alle über dem Rost öffnen, mit Ausnahme derer, welche den Heerd speisen. Wirklich, wenn die Oeffnungen in den Aschenfall gehen und das Brennmaterial auf einem breiten Rost ausgebreitet ist, so wird dadurch der freie Querschnitt vermindert, und man könnte folglich den Zug dadurch vermindern, daß man den Heerd mehr feuert; man könnte ihn selbst auf 20 Cubikmeter auf 1 Kilogrm. verbrannte Steinkohlen vermindern, wenn der Rost den ganzen Querschnitt der Esse einnähme und wenn er gänzlich mit Brennmaterial bedeckt wäre. Ist dagegen dasselbe auf einem kleinen Rost angehäuft, so vermischt sich der sich entwickelnde heiße Luftstrom mit der angesaugten Luft nur in einer mehr oder weniger bedeutenden Höhe, wodurch der Zug vermindert wird. Und selbst wenn die Esse keine bedeutende Höhe im Verhältniß zu dem Querschnitte hätte, so könnte ein Zug oben an der Esse entstehen, welcher den unten Statt findenden aufhebt. Die zweckmäßigste Einrichtung ist die, den Ofen oder Heerd neben der Esse anzubringen und die Verbrennungsgase der Esse mittelst einer gußeisernen, cylindrischen, horizontalen Röhre zuzuführen, die concentrisch mit derselben und mit gleich weit voneinander entfernten Löchern versehen ist. Die den Ofen und die Esse speisende Luft kommt von der ventilirenden Luftmasse und die warme Luft vertheilt sich gleich in dem ganzen Querschnitt und ist an allen Puncten der Esse gleich.

Es bleibt nun noch die Leitung des Feuers in dem Ofen zu betrachten übrig. Wir wollen aber vorher die Kosten der directen Heizung der Luft berechnen und zu dem Ende ein bestimmtes Beispiel

annehmen. Es soll ein großer Saal geheizt und ventilirt werden, die Temperatur in demselben soll 15° C. betragen und es sollen in der Stunde 12,000 Cubikmeter Luft eingeführt werden; in der Esse befand sich ein Temperaturüberschuß von 30° gegen die äußere Luft. Da zu Paris die mittlere Temperatur in den fünf Wintermonaten 7° beträgt und die Temperatur des Saales auf 15° erhalten werden soll, so folgt daraus, daß die Esse im Durchschnitt während des Winters eine Temperaturzunahme von 22° erhalten müsse. Die Menge der in der Stunde verbrauchten Wärmeeinheiten beträgt daher 12,000 · 1,3 · 22 : 4 = 85,800, welche etwa 12,25 Kil. Steinkohlen geben. Nimmt man ferner an, daß im Sommer die Temperatur im Saale nicht wesentlich von der äußern verschieden ist, so würde die verbrauchte Wärmemenge sein 12,000 · 1,3 · 30 : 4 = 117,000 Einheiten, welche 16,7 Kilogrm. Steinkohle entsprechen. Wird nun der Saal nur sechs Stunden benutzt und kosten 100 Kilogrm. Steinkohlen 3 Frcs., so würde die Ventilation im Winter täglich 2 Frcs. 20 Cent. und im Sommer 3 Frcs. kosten.

Wenn der Zugofen fortwährend 12 bis 13 Kil. im Winter und in der Stunde verbraucht, eine Bedingung, die sich leicht erfüllen läßt, so würde bei verminderter äußerer Temperatur der Zug zunehmen, und er würde sich vermindern, wenn die Temperatur steigt. Jedoch würden diese Veränderungen sehr gering sein, denn bei Temperaturüberschüssen von 20, 30 und 40 Graden würde der Zug in der Esse in dem Verhältnisse, der Zahlen 4,17; 4,39 und 5,51 sich verändern. Die Ventilation im Sommer würde bei einer regelmäßigen Verbrennung von 16 bis 17 Kil. Steinkohlen in der Stunde im Wesentlichen constant sein, wenn man annimmt, daß die Luft im Saal von der äußeren Temperatur wenig verschieden sei.

Wenn man zur Ersparung des Brennmaterials im Winter in der Zug- oder Ventilationsesse eine kurze gußeiserne Röhre anbringt, mittelst welcher der Rauch aus dem Ofen, der zur Feuerung des Raumes dient, ausströmt, so könnte man einen Theil der entweichenden Wärme benutzen; allein die Ventilation würde in diesem Falle eine gleichartige sein, da die Verbrennung in dem Ofen mit der äußeren Temperatur verschieden sein würde. Es ist bemerkenswerth, daß der Brennmaterialverbrauch in dem Ofen zur Heizung eines Raumes und auf dem Ventilationsheerde, zur Erwärmung der Luft in der Esse, umgekehrt verschieden sind, welches durch die Temperaturveränderungen der äußeren Luft veranlaßt wird. Wirklich muß der Brennmaterialverbrauch in dem Heizofen mit dem Sinken der äußeren Temperatur zunehmen, während der zur Erwärmung der Ventilationsluft dienende sich vermindert, indem der Temperaturüberschuß der Luft in der Esse über den der äußeren sich gleichbleiben muß. Eine Ersparung könnte nur dann Statt finden, wenn man ein Instrument hätte, welches in jedem Augenblicke den Zustand der Ventilation angiebt, und einen Ofen, dessen Wirkung man verändern kann. Man könnte die Ventilation, sobald sie zu groß ist, mittelst eines Registers vermindern, welches am untern Theile der Esse angebracht ist, und die Verbrennung auf dem Heerde durch ein Register, welches sich vor dem Aschenfalle befindet.

Das erwähnte Instrument, welches in jedem Augenblicke die Beschaffenheit der Ventilation angeben soll, ist in allen Fällen unerläßlich, mag man nun einen Theil der aus dem Heizofen entweichenden Wärme benutzen oder nicht, nicht allein, um den Heizer zu leiten, sondern auch, um fortwährend die Ventilation controliren zu können.

Die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft in die Esse könnte jeden Augenblick durch ein Druckanemometer, welches in der Esse angebracht ist, angegeben werden. Das Instrument würde einen Zeiger bewegen, der mit einem Zifferblatte verbunden ist, dessen Peripherie die Angaben der Volumina der ausströmenden Luft bei verschiedenen Stellungen des Zeigers machen würde. Instrumente dieser Art können eine sehr verschiedenartige Einrichtung haben.

Ein sehr zweckmäßiges Instrument dieser Art hat folgende Einrichtung: es besteht aus einem Stabe, der sich um eine horizontale Achse bewegt und eine senkrechte Richtung zu derselben hat. An dem Ende, welches sich in der Esse befindet, ist eine horizontale Platte angebracht, am andern Ende ein kleines Gewicht, dessen Stellung man so verändern kann, daß unter dem Einflusse des Luftstroms die Stange horizontal bleibt. Durch anemometrische Versuche kann man die Stellungen des Gewichts bestimmen, welche gewissen Geschwindigkeiten der Luft in der Esse entsprechen, besonders aber der, welche erhalten werden soll. Jedoch würde eine solche Einrichtung jedes Mal dann, wenn man die Ventilation bestimmen will, eine Operation veranlassen, und es würde daher weit bequemer sein, die Ventilation durch die Neigung des Stabes zu messen. Um die größten Abweichungen bei gleichen Geschwindigkeitsveränderungen zu erlangen, müßte der Apparat auf folgende Weise verändert werden. Die Platte müßte man durch einen an beiden Enden verschlossenen hohlen Cylinder ersetzen, dessen horizontale Achse senkrecht auf dem Stabe stände, und dessen Oberfläche mit einer großen Anzahl kleiner Platten versehen wäre, die in Ebenen liegen, welche durch die Achse des Cylinders gehen, und die eine geringe Höhe und gleiche Länge haben. Dadurch würde der Druck auf

den Cylinder bedeutender sein, als wenn er ganz glatt wäre, und er würde derselbe bleiben, möchte auch die Neigung der Stange sein, welche sie wollte. An der Stange müßte ein Gegengewicht befestigt sein, und zwar an der andern Seite der Drehungsachse so, daß der Schwerpunct des Apparats auf der Achse befindlich wäre. Damit nun das Instrument ein stabiles Gleichgewicht habe, und um seine Empfindlichkeit zu prüfen, müßte man in einer auf der beweglichen Stange senkrecht stehenden Ebene auf beiden Seiten der Rotationsachse zwei kleine Stangen anbringen, die in eine andere ausliefen, welche auf der beweglichen Stange senkrecht stände. Letztere müßte mit Schraubengängen und mit einer kleinen Mutter versehen sein, deren Stellung die Empfindlichkeit des Instrumentes bestimmte.

Man könnte auch die Torsionskraft zur Bewegung der Nadel benutzen, um den Zeiger zu bewegen, der die Ventilation angiebt; allein ein solcher Apparat ist weit verwickelter, als der eben angegebene, und wir wollen daher nicht weiter davon reden.

Wie schon bemerkt, muß dieses Instrument an dem Platze, an welchem es wirken soll, durch Versuche über die Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft, die mit einem Flügel-Anemometer gemessen wird, graduirt werden, und es würde hinreichend sein, die Stellung des Zeigers, welche der Normalgeschwindigkeit bei einer gewissen Anzahl größerer oder kleinerer Geschwindigkeiten entspricht, zu bestimmen.

Nachdem die zweckmäßigste Stellung des Ventilationsheerdes, wenn die Luft unmittelbar erwärmt wird, und der nothwendige Apparat beschrieben worden ist, welcher zur Leitung des Feuers dient, sollen hier einige Bemerkungen über Feuerungen gemacht werden, die zwar in Anwendung stehen, die aber offenbar Nachtheile haben.

Man kann die Ventilation durch den Ofen, der den Raum heizen soll, bewirken, wenn man dem Rost eine große Oberfläche ertheilt und ihn nur zum Theil mit Brennmaterial bedeckt. Diese Heizmethode taugt durchaus nichts. Der Nutzeffect des Brennmaterials zur Feuerung des Heizofens wird bedeutend vermindert, indem die aus dem Ofen ausströmende warme Luft eine viel geringere Temperatur hat, als wenn der Rost gänzlich mit Brennmaterial bedeckt ist, und wenn nur die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge einströmt. Außerdem würde die Ventilation weit mehr Brennmaterial kosten, als wenn zu derselben ein besonderer Ofen vorhanden ist, weil die Luft bei einer sehr hohen Temperatur in die Esse ausströmt. Nehmen wir z. B. an, daß zur Verbrennung von 1 Kilogrm. Steinkohlen 200 Cubikmeter Luft in den Aschenkasten strömen; d. h. 200 · 1,3 Kilogrm. = 260 Kilogrm.; von den 7500 durch die Verbrennung erzeugten Wärmeeinheiten würde ein kleiner Theil durch Strahlung in die Umgebungen des Heerdes eindringen, während der Rest in 260 Kilogrm. Luft vertheilt wird. Läßt man nun die von dieser Strahlung herrührende Wärme unberücksichtigt, so würde, da 260 : 4 = 65 Wärmeeinheiten erforderlich sind, um die Luftmasse um 1° zu erwärmen, die Temperatur auf 7500 : 65 = 115 Grad gebracht werden. Hätte diese Luft eine niedrigere Temperatur, und würde die Heizung durch warmes Wasser oder Dampf bewirkt, welche beide eine Temperatur über 100° haben, so würde das heiße Wasser oder der Dampf die Luft noch erwärmen, und sie würden sich nur dann abkühlen, wenn sie eine weit höhere Temperatur als 100° hätten. Auf diese Weise wird dieses Ventilationsverfahren ein gutes Mittel, um die in den Ofen strömende Wärme und selbst die darin angehäufte zu vermindern und die Temperatur

der Ventilirungsluft in der Esse unnütz zu erhöhen. Werden Ventilation und Heizung durch einen und denselben Heerd hervorgebracht, so ist es unmöglich, die eine oder die andere zu reguliren, weil jede verschiedene Wärmemengen erfordert, die im umgekehrten Verhältniß zur äußeren Luft stehen. Kurz, bei dieser Ventilationsmethode weiß man nie, was man macht, weder mit der Heizung, noch mit der Ventilation. Der durch den Heerd eines Luftheizofens hervorgebrachte Zug könnte nur dann vortheilhaft sein, wenn das Volum der angesaugten Luft das zur Verbrennung erforderliche nicht übersteigt, d. h., 18 bis 12 Cubikmeter auf das Kilogramm Steinkohlen; allein eine solche Ventilation ist im Allgemeinen sehr gering im Verhältniß zu derjenigen, welche hervorgebracht werden soll. Es entsteht selbst in diesem Falle der große Nachtheil, daß, da die Ventilationsesse und der Heerd gleichzeitig zur Verdünnung der Luft, die sich in demselben Raume befindet, wirken, sie im Gegensatze zu einanderstehen; beider Wirkung würde verschieden sein, und der Zug der Esse vermindert werden. Man begreift übrigens leicht, daß die in dem Ofenheerd angesaugte Luft solche ist, welche alle Circulationscanäle des Ofens durchströmt hat, sowie auch den Raum, dessen Luft sie verbessern soll. Daraus erfolgt ein Widerstand, den die Esse zu überwinden hat, eine Verminderung des Zuges, oft eine schlechte Verbrennung und daher ein starker Brennmaterialverbrauch. Wirklich erspart man bei jedem Kilogramm verbrannter Steinkohle die Erwärmung von 20 Cubikm. Luft in der Esse, d. h., im Winter von höchstens 20°, welche 130 Wärmeeinheiten entsprechen, oder 0,02 von der Wärmemenge, die von 1 Kilogramm Steinkohle entwickelt wird. Eine solche Ersparung ist nur illusorisch, denn die mit gleichem Gewicht Brennmaterial, welches auf einem

und demselben Rost und unter gleichen Umständen verbrannt ist, hervorgebrachten Wirkungen sind, nach der Geschicklichkeit des Heizers, in weit ausgedehnteren Grenzen verschieden. Wir haben uns vielleicht ein Wenig zu lange bei der Ventilation mittelst der Luftheizöfen aufgehalten, allein es erschien uns nothwendig, weil viele Ventilationsapparate auf diese Weise construirt sind, und da man ziemlich allgemein der Meinung ist, daß diese Ventilation nichts koste, und weil manche sonst intelligente Architecten zu dieser Meinung durch den Schein verleitet worden sind.

Auf den ersten Blick scheint es, daß in Beziehung auf die Regelmäßigkeit der Ventilation es vortheilhaft sei, die Luft mittelst eines Warmwasserofens zu erwärmen, ehe sie in die Esse strömt: die geringen Intensitätsunterschiede des Heerdes würden durch die Masse des in Circulation befindlichen warmen Wassers ausgeglichen; allein sehr genaue Versuche haben bewiesen, daß diese Ausgleichung durch die von dem Mauerwerk aufgenommene Wärme veranlaßt wird. Es würde diese Einrichtung daher nur die Nachtheile haben, einen größeren Brennmaterialverbrauch und weit höhere Anlagekosten zu verursachen.

Es kommen jedoch Umstände vor, unter denen es nothwendig sein würde, zu diesem Mittel zu greifen, und dieß ist dann der Fall, wenn die Ventilationsesse von den Heerden der Luftheizöfen entfernt ist, wenn sie zum Dache der Gebäude hinausgeht und man in denselben wegen Feuersgefahr keinen Heerd anbringen kann.

Es giebt aber ein Verfahren zur Heizung der Ventiationsluft, welches in dem großen Amphitheater des Conservatoriums zu Paris angewendet wird, wovon man aber den Grund nicht begreifen kann. Die Luft wird zuvörderst dadurch erwärmt, daß sie einen Canal durchströmt, der eine Warmwasserröhre

umschließt, und dann, indem sie durch den Ofenheerd strömt.

Auch hat man, wie schon bemerkt, die zur Ventilation dienende Luft durch eine Röhre erwärmt, in welcher warmes Wasser circulirt, die eine große Länge hat und in der Ventilationsesse angebracht ist. Es ist dieß eine schlechte Einrichtung, denn ein großer Theil der verbrauchten Wärme hat gar keinen Einfluß auf den Zug. Da die sich in der Esse erhebende Luft in Berührung mit der Heißwasserröhre steht, so erwärmt sie sich nur nach und nach, und da der Zug einer Esse das Resultat der mittleren Lufttemperatur ist, welche sich in derselben befindet, und die Summe der Wärme von der Luft bei ihrem Ausströmen abhängt, so geht daraus augenscheinlich hervor, daß diese Heizmethode einen bedeutenden Wärmeverlust veranlaßt. Wenn, z. B., die Luft bei 15° in die Esse strömte und da allmählig bis zu 60° erhitzt würde, während die äußere Luft 0° hat, so würde der Zug derselbe sein, als wenn die Luft von Unten bis Oben 45° hätte und man würde die Wärme verbraucht haben, welche erforderlich ist, um sie auf 60° zu erhitzen. Diese Einrichtung könnte nur durch die Unmöglichkeit, einen Heerd am Fuße der Esse anzubringen und die Luft vor ihrem Eintritt in die Esse zu erwärmen, gerechtfertigt werden.

Offenbar muß bei allen zur Erhitzung der Ventilationsluft angewendeten Methoden die Wärmequelle, sei sie, welche sie wolle, zur Ventilation im Sommer, welche einen größeren Wärmeverbrauch bedingt, als die in anderen Jahreszeiten, auszureichen im Stande sein.

Mechanische Ventilation. — Wir wollen die Brennmaterialmengen zu bestimmen suchen, die von einer Esse und von einer Maschine verbraucht werden, um dieselbe Wirkung hervorzubringen. Be-

merken wir zuvörderst, daß die Zugkraft einer Esse dazu angewendet wird, um die Widerstände zu überwinden, mit denen die Luft auf ihrem Wege von der Eintrittsöffnung der äußeren Luft bis zum Gipfel der Esse zu kämpfen hat, daß diese Widerstände dieselben bleiben, wenn die Esse nicht erwärmt und die Luft mittelst einer Maschine in den Canal getrieben wird. Es ist demnach die Arbeit der Maschine ganz dieselbe, wie die der Esse.

Der größeren Deutlichkeit wegen wollen wir eine Esse von 15 Meter Höhe und 1 Quadratmeter Querschnitt betrachten, die nach und nach Luft von 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400 Grad enthält, während die Temperatur der äußern Luft 0° ist, und wir wollen nun die absolute Triebkraft suchen, jeden Widerstand aber unberücksichtigt lassen.

Die Ausströmungsgeschwindigkeiten der warmen Luft aus der oberen Oeffnung der Esse werden folgende sein*):

4,63 Meter; 5,67 M.; 6,55 M.; 7,33 M.; 10,36 M.; 14,65 M.; 17,95 M.; 20,73 M.

Die Geschwindigkeiten der in die untere Oeffnung der Esse einströmenden kalten Luft werden sein**):

4,32 M.; 5,11 M.; 5,72 M.; 6,20 M.; 7,59 M.; 8,47 M.; 8,57 M.; 8,43 M.

Die in der Secunde angesaugten Luftvolumina werden durch die nachstehenden Zahlen dargestellt, weil die Esse von 1 Quadratmeter Querschnitt und das Gewicht dieser Volumina erhalten werden, indem

---

*) Die Formel, welche die Geschwindigkeit giebt, ist $v = \sqrt{2\,g\,h\,a\,t}$, welche in dem vorliegenden besonderen Falle wird:

$$v = \sqrt{19{,}62 \cdot 15 \cdot 0{,}00365\ t} = \sqrt{1{,}0742\ t}.$$

**) Diese Zahlen erhält man offenbar, wenn man die letzteren durch $1 + 0{,}00365 \cdot t$ dividirt.

man sie mit 1,3 Kilogrm., dem Gewicht eines Cubikmeters Luft, multiplicirt:

5,61 Kilogrm.; 6,65 K.; 7,43 K.; 8,06 K.; 9,87 K.; 11,01 K.; 11,14 K; 10,95 K.

Wenn die Arbeit gleich p v^2 : 2 g, und man mit p das Gewicht des Gases, mit v seine Geschwindigkeit, und mit 2 g die Zahl 19,62 bezeichnet, so wird sie sich in folgenden Zahlen darstellen:

5,34 Cubikm.; 8,87 Cm; 12,39 Cm.; 15,77 Cm.; 28,99 Cm.; 40,27 Cm.; 41,70 Cm.; 39,64 Cm. [a].

Die zur Hervorbringung dieser Wirkungen angewendeten Wärmemengen werden sich offenbar ergeben, indem man das Gewicht der in einer Secunde angesaugten Luft durch die Temperaturzunahme und durch die Wärmecapacität der Luft, die fast gleich 0,25 ist, multiplicirt. Man findet alsdann für die verlorene Wärme, in Wärmeeinheiten geschätzt:

28,07; 49,87; 74,35; 100,71; 246,72; 550,60; 835,50; 1095,40 [b].

Wenn man eine jede von diesen Zahlen [b] mit den entsprechenden Zahlen [a], welche die Arbeit darstellen, dividirt, so erhält man offenbar die Erzeugungskosten eines Kilogrammeters, in Wärmeeinheiten; führt man nun diese Divisionen aus, so findet man Wärmeeinheiten:

5,26; 5,62; 6,00; 6,38; 8,51; 13,67; 20,05; 27,63. [c].

Wir wollen jetzt die Kosten eines Kilogrammmeters durch eine Dampfmaschine zu bestimmen suchen. Nehmen wir an, daß ein Dampfpferd 4 Kil. Steinkoble in der Stunde, oder 7500 • 4 = 30000 Wärmeeinheiten erfordert, so würde dieß in der Secunde 30000 : 3600 = 8,333 betragen, und da ein Dampfpferd = 75 Kilogrammmetern ist, so kostet 1 Kilogrammmeter 8,333 : 75 = 0,11. Divi=

dirt man nun diese letzteren Zahlen [c] mit 0,11, so erhält man offenbar als Quotienten Zahlen, welche die Verhältnisse der von einer Maschine und einer Esse, welche gleiche Brennmaterialmengen verbrauchen, hervorgebrachten Wirkungen darstellen werden. Hat die Esse irgend eine Höhe, H, so wird man das sich auf dieselbe beziehende Verhältniß dadurch erhalten, daß man die Zahlen, welche der Esse von 15 Meter entsprechen, mit 15 : H multiplicirt. Wir haben in der folgenden Tabelle die Werthe dieser Verhältnisse für Essen von 5, 10, 15, 20, 25, 30 Meter und für Temperaturüberschüsse von 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 400 Grad zusammengestellt.

H = 5 M.	143	153	164	174	232	373	547	753
H = 10 M.	71	76	82	87	116	186	273	376
H = 15 M.	48	51	54	58	77	124	182	251
H = 20 M.	35	38	41	43	58	93	136	188
H = 25 M.	28	30	33	35	46	74	109	150
H = 30 M.	24	25	27	29	38	62	91	125

Wenn die Geschwindigkeit der in die Esse einströmenden kalten Luft durch die Formel $v^2 = 2\,g\,H\,a\,t : (1 + a\,t)^2$ gegeben ist, so wird die Arbeit ausgedrückt durch

$$\frac{2\,g\,H\,a\,t\,p}{(1 + a\,t)^2\,2\,g} = \frac{H\,a\,t\,p}{(1 + a\,t)^2} \;\ldots\ldots\; [1].$$

In diesem Ausdruck ist das Gewicht $p = s \cdot v \cdot 1{,}3$ Kilogrm.

Die Arbeit, welche dieselbe Wärmemenge in einer Maschine hervorbringt, wird durch $p\,t : 4 \cdot 0{,}11 = 2{,}27\,p\,t$ dargestellt und folglich wird das Verhältniß zwischen den beiden Wirkungen sein

$$\frac{2{,}27\,(1 + a\,t)^2}{a\,H} \;\ldots\ldots\; [2].$$

Es folgt aus der Formel [1], daß die Wirkung einer Esse ihrer Höhe proportional ist, und aus der

Formel [2], daß das Verhältniß, welches sie darstellt, sich umgekehrt zur Höhe verhält und langsam mit der Temperatur steigt.

Es werden die Zahlen, die sich auf diese Verhältnisse beziehen, nach und nach berechnet werden, indem man auf diese Weise deutlich ersehen kann, daß die Geschwindigkeiten der warmen, die der kalten Luft, das Gewicht der angesaugten Luft, sowie endlich die Wirkung mit dem Temperaturüberschuß verschieden sind.

Wenn man die Arbeit über der Esse berücksichtigte, so würde sie, da die Geschwindigkeit dort $= \sqrt{2gHat}$ ist $= Hatp$ sein und im Verhältniß zu H und zu t zunehmen; und das durch den Ausdruck [2] ausgedrückte Verhältniß wird $2{,}27 : aH$ werden und unabhängig von der Temperatur sein. Jedoch muß man die Ausdrücke [1] und [2] gebrauchen, weil der Nutzeffect der Esse derjenige ist, welcher die kalte Luft ansaugt, und nicht derjenige, welcher die warme Luft am Gipfel ausströmen läßt.

Die in der obigen Tabelle mitgetheilten Zahlen setzen voraus, daß die Dampfmaschine ohne Verlust benutzt wird, allein dieß ist niemals der Fall; denn ein Centrifugal-Ventilator, die einfachste Maschine von den anzuwendenden, hat nur eine Leistung von 33 Proc. gegen den Brennmaterialverbrauch, und um daher das richtige Verhältniß zu erhalten, müssen die Zahlen mit 3 dividirt werden.

Es wird daher die zur Dampferzeugung verwendete Wärme eine weit größere Leistung haben, als die zur Erwärmung der Luft in einer Esse angewendete, und zwar eine um so größere, je höher die Temperatur der Luft in der Esse und je geringer die Höhe der Esse ist. Diese Resultate des Calcüls sind durch sehr viele, in einem großen Maßstabe angestellte Versuche bestätigt worden. Wir erwähnen

hier nur die neuerlich in dem Gefängnisse von Tours gemachten Versuche. Eine Ventilationsesse von 15 Meter Höhe, in welcher der Heerd 2,33 Kilogrm. Steinkohle in der Stunde verbrauchte, ist durch einen Ventilator ersetzt worden, der eine doppelte Wirkung hervorbringt und durch einen Menschen bewegt wird, der so wenig Kraft anwendet, daß er die Kurbel mit einer einzigen Hand dreht; um dieselbe Wirkung hervorzubringen, hätte die Temperatur der Luft in der Esse verzehnfacht werden müssen.

Wir fügen hinzu, daß mit einer Maschine die Arbeit bei demselben Druck im Verhältniß zu dem Brennmaterialverbrauch zunimmt, während bei einer Esse die Wirkungszunahme mit dem Brennmaterialverbrauch nur sehr langsam und bis zu einer gewissen Grenze steigt, über welche hinaus die Leistung abnimmt.

Einige Beispiele werden die Vortheile, welche aus dem ökonomischen Gesichtspuncte die mechanische Ventilation haben kann, weit besser darlegen.

Wir wollen zuvörderst eine Esse von 15 Meter Höhe und 1 Meter Querschnitt, welche Luft mit einem Temperaturüberschuß gegen die äußere von 30° umschließt, annehmen. Die theoretische Geschwindigkeit wird 5,67 Meter betragen; nimmt man nun die äußere Luft zu 0°, die Luft des zu erwärmenden Raumes zu 15° an, so wird die Einströmungsgeschwindigkeit der Luft in der Esse gleich sein

$$5{,}67 \text{ Meter} : (1 + 0{,}00365 \cdot 15) = 5{,}31 \text{ Meter}.$$

Nimmt man an, daß durch die Reibungen und durch sonstige Hindernisse aller Art die Geschwindigkeit auf die Hälfte vermindert worden sei, so wird das in der Secunde angesaugte Luftvolum 2,65 Meter und in der Stunde $2{,}65 \cdot 3600 = 9540$ Cubikmeter betragen. Der Wärmeverbrauch in der Stunde wird sich auf $9540 \cdot 1{,}3 \cdot 15 : 4 = 46509$

Wärmeeinheiten belaufen, welches fast 6,5 Kilogrm. Steinkohle entspricht. Im Sommer wird der Verbrauch fast 7,4 Kilogrm. sein. Die Wirkung $p v^2 : 2 g$ würde $2{,}65 \cdot 1{,}3 (2{,}65)^2 : 19{,}62 = 1{,}23$ Kilogrammmeter sein; der Nutzeffect der Esse wird $1{,}23 \times 4 = 4{,}92$ Kilogrammmeter sein; und ein Ventilator würde, um diese Wirkung hervorzubringen, $4{,}92$ Kilogrammmeter $\times 3 = 14{,}76$ Kilogrammmeter verbrauchen, welches fast $\frac{1}{5}$ Pferdekraft entspricht, während die verbrauchte Wärme im Winter $1\frac{1}{2}$ und im Sommer 2 Pferdekraft hervorbringen könnte.

Nehmen wir als zweites Beispiel die Ventilation des Gefängnisses zu Mazas in Frankreich an. Die Esse strömt in der Stunde 30000 Cubikmeter Luft mit einer wirklichen Geschwindigkeit von 2,67 Meter aus. Das in der Secunde ausströmende Luftvolum beträgt $30000 : 3600 = 88{,}33$ Cubikm., sein Gewicht $= 8{,}33 \cdot 1{,}3 = 10{,}83$ Kilogrm. und der Nutzeffect der Esse ist $10{,}83 (2{,}67)^2 \cdot 19{,}62 = 3{,}93$ Kilogrammmeter. Da aber der Nutzeffect der Esse nach angestellten Versuchen, auf die wir zurückkommen, nur 0,18 beträgt, so müßte die Maschine $3{,}93$ Kilogrammm. $: 0{,}18 = 22$ Kilogrmm. geben und da ein Ventilator nur 0,33 Nutzeffect giebt, so müßte die von der Maschine verbrauchte Kraft $22 \cdot 3 = 66$ Kilogrmm. $= 0{,}9$ Pferdekraft sein, welche höchstens einen Verbrauch von 3,6 Kilogrm. Steinkohlen in der Stunde entspricht. Wenn man aber eine Expansionsmaschine ohne Condensation anwendet, so kostet die Ventilation im Winter nichts, während sie im Sommer einen Steinkohlenverbrauch von $3{,}6 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 7 = 18144$ Kilogrm. veranlaßt. Bei derselben Ventilation mittelst einer Esse verbraucht man dagegen $20 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 5 + 25 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 7 = 198{,}000$ Kilogrm. Der Unterschied beträgt 179856 Kilogrm. und das Verhältniß ist fast das von $1 : 10$.

Der Ventilator muß aber nicht immer unmittelbar auf die kalte Luft wirken und sie in den zu ventilirenden Räumen zusammenpressen, indem unter gewissen Umständen eine saugende Wirkung weit zweckmäßiger ist. Zuweilen ist es nämlich nothwendig, verdorbene Luft anzusaugen und nach Außen zu leiten, und dieß ist stets dann der Fall, wenn die verdorbene Luft nothwendig einen gewissen Weg verfolgen muß. Würde z. B. in einem Gefängniß, als wie das zu Mazas eingerichtet ist, die warme Luft durch die Wirkung eines Ventilators in die Zellen eingetrieben, so würde in denselben der Druck größer sein, als außerhalb und die Luft würde daher durch die niedergehenden Röhren und dann in die Esse entweichen. Oeffnete man aber ein Fenster in einer Zelle, so würde die Luft aus den Kellerräumen, die von der in den übrigen Zellen zusammengepreßt ist, durch die niederwärtsführenden Röhren in die Höhe steigen und die Luft in den Zellen verderben. Der Ventilator muß daher am Ende des Kellergeschosses aufgestellt sein, er muß die Luft aus den Zellen aussaugen und in die Esse treiben.

Wir erkennen daher die großen Vortheile, welche die mechanische Ventilation in ökonomischer Beziehung hat. Allein diese Berücksichtigung ist nicht die einzige, die bei der Wahl der Ventilationsmethode einwirken muß. Es müssen alle Vortheile und Nachtheile beider Arten der Ventilation genau untersucht werden, um sich für eine derselben entscheiden zu können. Allein es können diese Vortheile und Nachtheile, nach den Umständen, verschiedenartig beurtheilt werden, so daß es sich durchaus nicht absolut bestimmen läßt, ob das eine oder das andere System unter allen Verhältnissen, die vorkommen können, den Vorzug verdient.

Von der mechanischen Ventilation kann überall nur dann die Rede sein, wenn es sich um eine starke Ventilation, die viel Kraft erfordert, handelt. Sie hat im Allgemeinen den Vortheil, einen geringern Brennmaterialverbrauch zu veranlassen, als die mittelst einer Esse hervorgebrachte und keine Kosten zu veranlassen, wenn man die Wärme des Dampfes zur Heizung benutzen kann. Man kann diese Art der Ventilation sehr gut reguliren und kann sie in sehr ausgedehnten Gränzen verändern. Jedoch erfordert sie bedeutende Anlagekosten, eine Reservemaschine, falls diese nicht betrieben werden kann und das stete Vorhandensein eines Maschinenwärters.

Die Ventilation mittelst einer Esse kann stets sowohl zu kleinen, als auch zu bedeutenden Wirkungen benutzt werden; die Anlagekosten sind gering, denn sie beschränken sich auf die Kosten, die der Bau der Essen veranlaßt. Die ununterbrochene Fortdauer der Ventilation ist gesichert, weil sich dieselbe nur sehr langsam mit der Feuerung des Heerdes vermindert. Allein die Unterhaltungskosten sind bei Weitem theurer, als bei einer Maschine; auch hat diese Art der Ventilation ein Maximum der Wirkung, welches nicht überschritten werden kann, und endlich hat diese Methode unter gewissen Umständen große Schwierigkeiten, welche aus der Nothwendigkeit hervorgehen, die Ventilationsluft mehrer Räume zu vereinigen, um sie einer Esse zuzuführen.

Die Ventilatoren können auch durch Menschenkräfte bewegt werden und obgleich alsdann die Arbeit mehr kostet, als wenn sie von dem Dampf verrichtet wird, so kommen doch Fälle vor, in denen es vortheilhaft ist, sie zu benutzen. Besonders müßte sie in den Detentionshäusern, in denen die Menschenkraft nichts kostet, angewendet werden.

Wenn man die geringe Kraft berücksichtigt, die selbst zu einer bedeutenden Ventilation nur nothwendig ist, so wird man auf eine andere Art der Bewegung der Ventilatoren geführt, die sich sehr leicht anwenden läßt. Man müßte nämlich die Menschenkräfte während einer gewissen Zeit dazu benutzen, ein Gewicht emporzuheben, um es dann langsam fallen zu lassen. Bei seinem Falle würde es alsdann einen bedeutenden Theil der verbrauchten Kraft wieder erzeugen. Diese Art der Ventilation kann in vielen Fällen von großem Nutzen sein.

Natürliche Ventilation. In dem Obigen war nur von den künstlichen Mitteln zur Hervorbringung der Ventilation die Rede; unter gewissen Umständen, die wir hier angeben wollen, kann sie aber auch auf natürlichem Wege hervorgebracht werden.

Wenn ein mit warmer Luft erheizter Raum mit einer Esse ohne Heerd in Verbindung steht, so strömt die warme Luft durch die Esse aus, da die Temperatur in demselben höher, als die äußere ist und folglich mit einer um so größeren Geschwindigkeit, je niedriger diese letztere Temperatur ist. Für Temperaturüberschüsse von

2°, 4°, 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16°, 18°, 20°

würden die Geschwindigkeiten bei einer Höhe von 15 Meter, und nach Abzug der Widerstände, sein:

1,46 Meter; 2,07 M.; 2,53 M.; 2,93 M.; 3,27 M.; 3,59 M.; 3,92 M.; 4,14 M.; 4,39 M.; 4,63 M.

Diese Geschwindigkeiten werden durch den Widerstand nur wenig vermindert, wenn die Einströmungsöffnung der Luft in den zu ventilirenden Raum nur wenig von dem Querschnitt der Esse verschieden ist, und wenn die zu durchströmenden Wege nur kurz sind. Man sieht, daß diese Geschwindigkeiten bei geringen Temperaturüberschüssen schon sehr bedeutend sind.

Endlich, wenn ein Raum mit irgend einer Temperatur an einer und derselben Wand mit zwei Oeffnungen versehen ist, die eine oben, die andere unten, so wird die äußere Luft, sei der Unterschied zwischen ihr und der Temperatur im Innern auch noch so gering, durch die eine von den Oeffnungen einströmen, während die Luft aus dem Raume durch die andere ausströmen wird. Diese Wirkungen werden bei übrigens gleichen Umständen um so bedeutender sein, je größer der Höhenunterschied zwischen den beiden Oeffnungen ist. Befinden sich die Oeffnungen an entgegengesetzten Wänden, so würde sich die Luft in dem Zimmer durch die geringsten Winde leicht erneuern, und bei übrigens gleichen Umständen würde diese Wirkung offenbar von der Größe der Oeffnungen abhängen.

Bemerkungen über die Bewegungen der Luft in den ventilirten Räumen. — Soll irgend ein Raum durch die Ventilation mit frischer Luft versehen werden, so ist es nicht allein hinreichend, daß ein gewisses Luftvolum in den Raum innerhalb einer gewissen Zeit ein- und ausströme; denn Luftströme, die durch ein Zimmer am Fußboden und an der Decke in Schichten von geringer Höhe durchgehen, haben offenbar keinen Nutzen. In beiden Fällen würden doppelte Strömungen von Oben nach Unten und von Unten nach Oben, die einander mehr oder weniger nahe sind und von dem Ueberschusse der Temperatur der ausgeathmeten Luft über die umgebende herrühren, Statt finden; allein sie würden wenig zur Verbesserung der Luft beitragen. Als wirksam darf man nur diejenigen Luftströme ansehen, die durch die mittleren Theile eines bewohnten Raumes gehen, und die von Unten nach Oben und von Oben nach Unten gerichtet sind.

Nun ist es aber zur Verbesserung der Luft in einem Raume nicht allein hinreichend, daß ein ge-

wisses Luftvolum von Oben nach Unten oder von Unten nach Oben hindurchströme, sondern es muß auch der senkrechte Luftstrom eine wesentlich constante Geschwindigkeit an allen Puncten haben, denn es ist hier nicht hinreichend, eine mittlere Zahl für jede Person anzunehmen. Wenn z. B. in der einen Hälfte des Zimmers die Geschwindigkeit doppelt und in der andern 0 wäre, so würden die in dieser Hälfte befindlichen Personen dieß sehr gut empfinden und eine Ausgleichung würde nicht möglich sein. Kurz, es ist eine nothwendige Bedingung bei jeder Ventilation, daß sie beinahe gleichmäßig an allen Puncten des Zimmers ist; eine Bedingung offenbar ganz ebenso wichtig, als die gesammte Ventilation. Man kann über diesen Gegenstand nichts Allgemeines sagen; aber in jedem einzelnen Falle muß man solche Anordnungen treffen, welche die größtmöglichste fragliche Gleichförmigkeit annähernd herzustellen erlauben.

Die Ventilation eines Raumes kann auf zwei verschiedene Arten geschehen: durch eine Verminderung oder durch eine Erhöhung des Druckes im Innern; die Ventilationsessen erzeugen stets die erstere Wirkung, die Maschinen können durch ihre Thätigkeit das Eine oder das Andere bewirken. Wenn eine Druckabnahme Statt findet, findet gleichzeitig immer auch ein Durchdringen eines mehr oder minder beträchtlichen Volums der äußern Luft durch die Spalten der Thüren und Fenster in das Zimmer Statt, wodurch Luftschichten entstehen, welche sich auf mehr oder minder bedeutende Entfernungen ausdehnen können; und wenn die Räume zahlreich sind, da man Verbindungsröhren zwischen einer jeden und der Ventilationsesse anbringen muß, so macht diese Bedingung die Einrichtung derartiger Apparate sehr verwickelt und schwierig. Wird die Ventilation durch einen Ueberschuß an Luftdruck bewirkt, so können die

Luftschichten bei ihrem Eintritt zerstreut oder doch so angeordnet werden, daß sie keinen Nachtheil haben, und das Ausströmen der Luft durch die passend angebrachten Oeffnungen kann keine schädlichen Luftströmungen im Innern erzeugen, da die Luftschichtungen nur außerhalb vorkommen.

Die Beweise, welche hier beigebracht und die Einzelheiten, welche soeben über die Heizung und die Ventilation angegeben wurden, liefern neue Daten über diese wichtigen Fragen. Wir wollen nun mit wenig Worten uns über die Einrichtungen auslassen, welche, bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft, uns für einige Gattungen von öffentlichen Gebäuden die vorzüglichsten zu sein scheinen.

Kirchen. — Die Nothwendigkeit der Heizung der Kirchen ist jetzt durchaus anerkannt, was daraus hervorgeht, daß in mehren großen Städten eine solche Heizung Statt findet. Wir dachten, daß, wenn die Fensterscheiben eine sehr große Ausdehnung haben, dadurch, daß die kleinen Oeffnungen, welche um jede Scheibe herum sich vorfinden, eine beträchtliche Oberfläche bilden, ein zu großer Wärmeverlust Statt finden würde, wollte man die Kirche durch einen warmen Luftstrom heizen, und daß man wohler thäte, wenn man den Theil des Fußbodens, der in der Regel eingenommen wird, bis zu einer Temperatur von 15 bis 20° erwärmte. Aber die zu St. Roch angestellten Versuche haben den deutlichsten Beweis geliefert, daß diese Kirchen durch einen Strom warmer Luft geheizt werden können, da in dieser Kirche die Summe der Oeffnungen, durch welche die Luft entweichen kann, sich auf die ungeheure Oberfläche von 14 Quadratmetern beläuft. Sonach können alle Kirchen durch erwärmte Luft geheizt werden. Diese Luft steigt aus Oeffnungen am Boden auf, kühlt sich rasch durch die Wärmemittheilung nach den Seiten,

durch ihre Vereinigung mit der sie umgebenden Luft und besonders durch die in'sgemein Statt findende Bewegung der Luft in der Richtung von Unten nach Oben in dem ganzen mittleren Raume ab; eine Bewegung, welche von der im entgegengesetzten Sinne in der Luft, die den Fenster- und Maueroberflächen zunächst ist, Statt findenden herrührt, welche letzteren im Verhältniß zu der mittleren Temperatur der Luft in der Kirche eine niedrigere Temperatur haben. Die mittlere Temperatur der Luft im obern Theile der Kirche unterscheidet sich kaum von derjenigen der Luft in der Nähe des Bodens, was beiläufig an der Kirche de la Madeleine zu Paris, welche durch Hrn. Duvoir-Leblanc geheizt wurde (s. die Feuerungskunde, S. 319) nachgewiesen wurde. Aber muß denn diese in die Kirche eingeführte warme Luft immer von Außen herkommen, oder, mit andern Worten, müssen denn die alten oder neuen Kirchen immer ventilirt werden? Es ist dieß eine Frage, welche wir näher betrachten wollen, nachdem wir einige in der Kirche St. Vincent de Paule zu Paris, die noch vor Kurzem von Hrn. René Duvoir geheizt wurde, gemachte Beobachtungen mitgetheilt haben.

Der Boden des Mittelschiffs ist an seinem Umfange mit einem Canal versehen, der einen gußeisernen durchbrochenen Deckel hat. In diesem Canale liegen Röhren, in denen heißes Wasser circulirt; dieser Canal ist 0,60 Meter (2 Fuß) breit. Hr. Peclet besuchte diese Kirche an einem Wochentage und an einem großen Festtage bei einer äußeren Temperatur von nur 2° unter 0, während die Temperatur im Innern der Kirche 13° hatte. Jedoch hatte diese Einrichtung einen auf den ersten Blick großen Nachtheil: die Stühle können nicht auf den Deckel der Canäle gesetzt werden, während die Heizung im lebhaften Zuge ist, weil die Deckel eine zu hohe Tem-

peratur annehmen; allein in den Wochentagen ist es hinreichend, die Stühle in den Raum zu stellen, den die Canäle umgeben, und an den Sonn- und Festtagen, wenn ein starker Zudrang der Gläubigen Statt findet, wird nicht gefeuert, und es können die Stühle überall hingesetzt werden. Durch die Unterbrechung des Feuers wird aber die Temperatur nicht wesentlich vermindert, wie sich auch aus der großen Wärmemenge, welche die Mauern aufnehmen, voraussehen läßt; thermometrische Beobachtungen bestätigen dieß. Eine eigentliche Ventilation ist auf diese Weise nicht nothwendig, denn wenn auch die Kirche mit mehr als 2000 Menschen angefüllt ist, so bemerkt man doch nirgends einen schlechten Geruch. Es entstand demnach eine natürliche Ventilation der Fenster durch die sich häufig öffnenden Thüren; auch trug die große Masse der in der Kirche eingeschlossenen Luft dazu bei, daß dieselbe während der Dauer des Gottesdienstes nicht verderben konnte. Jedoch würde diese Heizmethode auch eine Ventilation gestatten, wenn man dieselbe für nothwendig erachtete. Es würde zu dem Ende hinreichend sein, unter den Canälen, welche die Warmwasserröhren enthalten, einen Canal anzubringen, der mit der äußeren Luft in Verbindung steht und mit einer großen Anzahl von Oeffnungen versehen ist, die sich unter den Röhren öffnen. Wenn nun die Summe der Fugen in den Fenstern keine hinreichend große Oberfläche darbietet, so müssen am obern Theile der Fenster Oeffnungen angebracht werden. Aus thermometrischen Beobachtungen geht hervor, daß diese Kirche eine ganz eigenthümliche Erscheinung zeigt. Von einer gewissen Höhe ab vermindert sich die Temperatur, indem man das Thermometer noch höher anbringt. Es ist diese Erscheinung ohne Zweifel ein Resultat des Umstandes, daß die Luft an den höchsten Puncten des sehr großen

Schiffes eine bedeutende Abkühlung erleidet. Das warme Wasser circulirt in den Röhren nur in einer Richtung; um abеr den Einfluß der Abkühlung, die auf diese Weise nothwendig Statt finden muß, zu verhindern, ist die Röhre am Ende ihres Laufs in mehre getheilt, die eine größere Oberfläche haben. Es würde gewiß vortheilhaft sein, die Bewegung des Wassers in entgegengesetzter Richtung mittelst zweier in dem Canal liegenden Röhren zu bewirken, denn alsdann würde die Summe der Temperaturen der Röhren an jedem ihrer Puncte wesentlich dieselbe sein. René-Duvoir glaubt annehmen zu müssen, daß diese Heizmethode wohlfeiler, als die in St. Sulpice angewendete sei, indem weniger Wärme durch den Boden durchgelassen wird. Da aber bei der neuen Einrichtung weit mehr strahlende Wärme von den Mauern aufgenommen wird, so kann die Frage nur mit Hülfe von Versuchen gelös't werden, die jedoch nicht angestellt wurden.

Es folgt aus diesen, unter den ungünstigsten Umständen angestellten Beobachtungen, daß eine künstliche Ventilation nicht absolut nothwendig ist, obgleich das Gewölbe nicht hoch, die freien Oberflächen um die Scheiben gering und der Besuch der Kirche ein sehr starker ist. Der Grund mag, wie schon bemerkt, darin liegen, daß eine natürliche Ventilation durch das häufige Oeffnen der Thüren und durch die Fugen der Fensterscheiben entsteht, und auch weil in dem inneren Raum der Kirche eine so große Luftmasse eingeschlossen ist, daß sie während der wenigen Stunden des Gottesdienstes nicht verdorben werden kann. Jedoch darf man annehmen, daß es in allen Fällen zweckmäßig sein wird, unter gewöhnlichen Umständen eine starke Ventilation hervorbringen zu können.

Nach alle dem Gesagten scheint es jedoch zweckmäßig zu sein, sowohl alte, als neue Kirchen, bei

denen die Fenster eine große Oberfläche darbieten, mit Ventilation zu heizen, wie es bei St. Roch der Fall ist. Man darf es für sehr wahrscheinlich halten, daß, wenn die in dem Heizgewölbe erwärmte Luft aus der Kirche käme, durch die Scheiben mehr Luft aus- und eindringen könnte, und ein weit größerer Wärmeverlust Statt fände, als wie es bei einer regelmäßigen Ventilation der Fall wäre. Bei der Erheizung von Kirchen, deren Fensteroberflächen nicht sehr bedeutend sind, kann man die Luft aus der Kirche selbst nehmen; jedoch erscheint es zweckmäßig, den Apparat so einzurichten, daß er unter gewissen Umständen mit äußerer Luft gespeis't werden kann, um eine kräftige Ventilation hervorzubringen, wenn am obern Theile des Gebäudes einige Oeffnungen befindlich sind. Eine solche Einrichtung ist umsomehr zu empfehlen, da sie nur geringe Kosten verursacht.

Was nun die Beschaffenheit der Oefen anbetrifft, so kann man freilich gewöhnliche, in einem Heizgewölbe stehende wählen, allein die zweckmäßigsten sind die Warmwasseröfen, weil sie nur eine geringe Wartung und Beaufsichtigung erfordern. Die Heizoberflächen können durch Circulationsröhren oder durch große senkrechte Cylinder gebildet werden, die an zweckmäßigen Puncten aufgestellt werden. Die von Hrn. René-Duvoir in der Kirche von St. Vincent de Paule angewendete Einrichtung wäre zweckmäßig, zumal wenn die Kirche keine unterirdischen Räume hat, welche zur Anlage einer Luftheizung durchaus nothwendig sind. In allen Fällen müssen alle Theile des Apparates wohl überlegt und es muß besonders dahin gesehen werden, daß die Heizoberflächen selbst bei den niedrigsten äußeren Temperaturen ausreichen.

Hospitäler. — Die Nothwendigkeit der Heizung und einer starken Ventilation der Hospitäler

liegt so klar vor, daß man erstaunen muß, wie man so lange Anstand genommen haben kann, sich nicht lebhaft damit zu beschäftigen. In Gebäuden, wo die Ursachen der Luftverderbniß so zahlreich und verschiedenartig sind, müssen die Ventilations-Apparate eine große Wirksamkeit haben; sie müssen Tag und Nacht im Gange und so eingerichtet sein, daß unter gewissen Umständen ihre Wirkungen sehr bedeutend vergrößert werden können.

Bei großen Hospitälern ist das beste System der Heizung, die mit warmem Wasser, welches durch Dampf erhitzt wird, und wobei kurze Circulationen Statt finden oder diese auch gänzlich fehlen. Die beste Art der Ventilation ist aber die mechanische durch Einblasen der Luft, die durch einen Ventilator hervorgebracht wird, den eine Dampfmaschine mit Expansion, aber ohne Condensation bewegt. Wir kommen weiter unten hierauf zurück, und beschränken uns hier nur darauf, die so wichtigen Fragen über die Wirksamkeit aller Ventilation und über die Gleichförmigkeit ihrer Vertheilung zu lösen.

Denken wir uns einen großen bewohnten Saal, dessen Seitenwände mit Fenstern versehen, die der äußern Luft ausgesetzt sind; die Decke und der Boden seien horizontal und die Heizung erfolge von warmer Luft, die an einem Ende einströmt und durch den untern Theil einer Esse entweicht, die am andern Ende angebracht ist, und in welcher die Luft mehr oder weniger erwärmt wird. Der warme Luftstrom erhebt sich senkrecht, zieht sich an der Decke entlang und strömt dann nach Unten. Auf diese Weise gehen die horizontalen Luftschichten gleichförmig nieder, und in einer jeden derselben wird die Temperatur an allen Puncten wesentlich dieselbe sein, wie die Erfahrung es zeigt. Unabhängig von dieser allgemeinen Bewegung, bilden sich aber gegen die Abkühlungs-

oberflächen, nämlich gegen die Fensterscheiben und Mauern, Luftströmungen von Oben nach Unten mit einer größeren oder geringeren Geschwindigkeit. Diese Strömungen dehnen sich auf der Bodenoberfläche aus, vermischen sich mit den von der Decke niedergehenden Schichten, und strömen alsdann zur Essenöffnung. Bei dieser allgemeinen Bewegung der Luftschichten von Oben nach Unten besitzt jede horizontale Schicht an allen ihren Puncten fast dieselbe Temperatur, und zwar ist dieß eine Folge der Leichtigkeit, mit der sich die Wärme in der Luft verbreitet. Die Abnahme der Temperatur von Oben nach Unten rührt aber von der Transmission der Wärme von Schicht zu Schicht bis zu der her, welche sich auf der Oberfläche des Bodens bewegt. Nimmt man an, daß nur eine einzige Ventilationsöffnung vorhanden sei, so wird diese hauptsächlich die kälteste Luft, welche sich auf der Oberfläche des Bodens befindet, ansaugen, und die Geschwindigkeit dieser Luft wird im Verhältniß mit der Entfernung rasch abnehmen; wenn aber die Ventilationsöffnungen zahlreich und auf die Weite des Saales gleichmäßig vertheilt sind, so wird, wie man dieß deutlich wahrnehmen kann, die Geschwindigkeit an allen Puncten des Bodens dieselbe sein. Mithin würde die Luft, welche die durch die Fenster und Mauern dringende Wärme geliefert hätte, die Ventilationsesse erreichen, indem sie dem Boden folgt, und der andere Theil der Ventilationsluft würde senkrecht in die Höhe steigen. Der erstere Theil würde nur die Luft erneuern, welche sich in geringer Entfernung von den Mauern und vom Boden befindet, der andere dagegen würde die Luft erneuern, welche den übrigen Raum einnimmt. Diese beiden Theile, in welche die Ventilationsluft zerfallen wird, sind in ihren Verhältnissen veränderlich, je nach der durch die Fenster und Mauern absorbirten und dem

Volum der eingeführten erwärmten Luft. Der erstere Theil würde um so kleiner sein, je kleiner diese Absorption selbst ist, und der andere würde bei übrigens gleichen Umständen um so größer sein, je bedeutender das eingeführte Volum warmer Luft ist. Nehmen wir jetzt an, daß der Saal eine gewisse Anzahl von Oefen enthalte, die mit ausgedehnten Oberflächen versehen sind und eine starke Strahlung haben. Die strahlende Wärme wird die Fenster und die Mauern erwärmen; die nach diesen Oberflächen abwärtsgehenden Strömungen werden die Geschwindigkeit vermindern. Außerdem werden sich um eine jede niedergehende Strömungen bilden, welche die am Boden befindliche Luft wiederum in Circulation bringen und auf diese Weise wird die Luft weit besser vertheilt werden. Nimmt man nun den Raum als bewohnt an, so wirkt ein jedes Individuum, dessen Wärme höher ist, als die Temperatur des Raumes, selbst wie ein Ofen, und die Wirkung wird noch erhöht, wenn die Personen in Bewegung sind. Wenn im Sommer die angesaugte Luft kälter ist, als die des Raumes, und wenn sich die Ausströmungsöffnungen am oberen Theile befinden, so wird sich die angesaugte Luft zuvörderst am Boden vertheilen, sich darauf zum Theil an den Mauern erheben, zum Theil aber auch durch directe Strömungen, und diese letztere Wirkung wird durch die Personen verstärkt, die den Saal einnehmen. Auf diese Weise werden die Erscheinungen die umgekehrten von denen sein, welche im Winter entstehen. Jedoch wird die allgemeine Bewegung der Luft von Unten nach Oben für deren Verbesserung vortheilhafter sein, vorausgesetzt, daß eine jede Person nur reine Luft einathmet, welches aber im Winter nicht der Fall ist, weil die Bewegungen von Oben nach Unten Statt finden und die Luft, die man athmet, zum Theil schon verdorben ist.

Nehme man an, was jedoch in der Wirklichkeit nur unter ausnahmsweisen Umständen der Fall sein kann, daß die angesaugte Luft genau dieselbe Temperatur habe, als die Luft im Zimmer und wie die innern Wände, so würde die Ventilationsluft gleichförmig um die Ausströmungsöffnungen herum angesaugt werden, und es würde nur ein Theil der Luft zur Verbesserung der in dem bewohnten Theile des Zimmers befindlichen wirken. Jedoch ereignet sich dieser Fall nur selten und während einer kurzen Dauer.

Es ist ganz klar, das alles Gesagte auch Statt finden würde, wenn das Ansaugen der Luft, statt mittelst einer Esse, mittelst Einblasens mit einer Maschine bewirkt würde; allein alsdann müßte die Geschwindigkeit der Luft bei'm Eintritt in den Saal, besonders im Sommer, sehr gering sein, damit sie sehr bald auf den Boden zurückfallen könnte. Daher sind die Einrichtungen, welche weiter unten für die Ventilation eines Hospitals angegeben werden, der Art, daß sie beiden wichtigen Bedingungen entsprechen, nämlich einer zugleich wirksamen und an allen Puncten des Saales gleichförmig vertheilten Ventilation. Jedoch wird es nothwendig sein, daß die Ausströmungsöffnungen der Luft im Sommer am obern Theil der Wände angebracht werden; denn lägen sie weiter unten, so würde sich an der Decke eine stehende Schicht von verdorbener Luft bilden, welche der Gesundheit nachtheilig sein könnte.

Die für den Saal eines Hospitals zweckmäßigste Ventilationsmethode würde darin bestehen, die Luft durch eine große Anzahl von Oeffnungen einzublasen, die in dem Boden angebracht sind und die Krankenbetten umgeben, während das Ausströmen der Luft in allen Jahreszeiten durch oben angebrachte Oeffnungen Statt finden müßte. Die ganze Ventilation würde zur Verbesserung der Luft beitragen; sie könnte

sehr gleichförmig vertheilt werden, und jeder Kranke würde nur reine Luft einathmen. Es würde eine solche Einrichtung gar keine Schwierigkeit darbieten, allein man müßte im Winter stets die Mauern und Fenster durch die Ausstrahlung einer gewissen Anzahl von Oefen erwärmen, und ein Theil der Wärme, die der Luft durch Berührung mitgetheilt, würde stets verloren sein. Nur ein Theil und nicht das Ganze, weil diese Luft wärmer, als die der Ventilation ist, und die Decke erwärmen würde, die einen Theil dieser Wärme durch die Strahlung auf den Boden und die Mauern wieder ersetzen würde; endlich, weil die Luft, welche rings um die Oefen emporsteigt, zum Theil aus derjenigen bestehen würde, welche an den Mauern niederströmt.

Ein allgemeines System der Heizung mittelst eines einzigen Heerdes und eine allgemeine Ventilation mit einer einzigen Maschine oder mittelst einer einzigen Esse, würde offenbar in allen Hospitälern, großen oder kleinen, anwendbar sein. In dem Maße aber, daß sich die Dimensionen einer solchen Anstalt vermindern, werden die Vortheile einer allgemeinen Heizung und Ventilation geringer. Da nun andererseits die Hospitäler nur sehr beschränkte Mittel haben, so werden Verbesserungen, die bedeutende Anlagekosten veranlassen, niemals ausgeführt. Es ist daher nöthig, einfachere und wohlfeilere Einrichtungen anzugeben, die überall und mit wenigen Kosten ausgeführt werden können, und hauptsächliche solche, die man nach und nach machen kann.

Die einfachste und wohlfeilste Einrichtung einer Heizung und Ventilation für einen Krankensaal von mittelmäßiger Größe würde die folgende sein. An dem einen Ende müßte ein gußeiserner Ofen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Meter Höhe und von verhältnißmäßigem Durchmesser angebracht sein. Er müßte einen Man=

tel von Blech von weit größerem Durchmesser haben, der oben mit Oeffnungen versehen wäre, die mit Drahtgaze bedeckt sind. Oben müßte der Ofen ein Sandbad, zum Erwärmen der Medicamente, haben, und der Zwischenraum zwischen dem Ofen und dem Mantel müßte mit der äußeren Luft in Verbindung stehen. Die Ofenröhre aber müßte durch das Zimmer geführt sein und in eine weite Esse auslaufen. Die Esse müßte am untern Theile mit einem Heerde versehen sein, und zu beiden Seiten müßten sich zwei hölzerne oder steinerne Kasten befinden, die sich von dem Boden bis zur Decke erheben, und von denen jeder einen Querschnitt hätte, der gleich der Hälfte von dem der Esse wäre. Jeder Kasten müßte mit zwei Oeffnungen versehen sein, die eine am untern, die andere am obern Theil, von gleicher Oberfläche mit dem Querschnitte der Kasten und mit Schiebern verschließbar, von solcher Einrichtung, daß, wenn die oberen Oeffnungen geschlossen, die unteren geöffnet wären, und umgekehrt. Diese Kasten müßten mit dem Aschenfalle des Heerdes und mit der Esse über demselben in Verbindung stehen; diese letzteren Verbindungen müßten zusammen den Querschnitt der Esse haben. Endlich müßte die Esse in einer gewissen Höhe einen Zeiger haben, welcher sich durch den in der Esse aufwärtssteigenden Luftstrom mehr oder weniger neigte. Es würde aus dieser Einrichtung folgen, daß durch Feuerung des Ofens sich die äußere Luft zwischen demselben und dem Mantel erwärmte, daß sie sich bis zur Decke erhöbe und nach und nach bis zu den unteren Oeffnungen der Kasten, die im Winter geöffnet sein müßten, niederginge und alsdann durch die Esse ausströmte. Im Sommer würde die kalte Luft auf demselben Wege herbeiströmen, allein sie würde auf den Boden fallen und würde den Saal von Unten nach Oben durchströmen, wenn die oberen

Oeffnungen der Kasten geöffnet und der Heerd zum Ansaugen der Luft gefeuert wäre. Wäre der Saal sehr lang, so müßte man an jedem Ende desselben einen Ofen und die Ventilationsesse in der Mitte anbringen. Um die Mittel zur Hervorbringung einer sehr starken Ventilation zu haben, wenn dieselbe nothwendig wäre, müßte man der Esse einen bedeutenden Querschnitt geben und deren Zug unter gewöhnlichen Umständen durch ein Register, welches sich um eine horizontale Achse dreht, die in einer gewissen Entfernung von dem Heerde angebracht ist, vermindern.

Diese Art der Feuerung und Heizung ist sehr einfach und sie wird auch, sobald alle Theile des Apparats zweckmäßige Dimensionen haben, recht wirksam sein; sie kostet weit weniger, als diejenige, bei welcher die Wärme und der Zug durch einen einzigen Heerd hervorgebracht werden und sie gewährt den großen Vortheil, daß die Apparate nach und nach in verschiedenen Sälen angebracht werden. Nun wird zwar die Luft nicht ebenso gleichförmig vertheilt werden, als wenn die äußere Luft um jedes Bett emporsteigt und die von dem Kranken eingeathmete Luft kann nicht so rein sein. Allein bei hinreichend starker Ventilation und bei der steten Bewegung in den Sälen, wird die angesaugte Luft hier nicht gut vertheilt und rein genug sein. Jedenfalls würde diese Einrichtung in jeder Beziehung einen großen Vorzug gegen die jetzt gebräuchliche haben. Das Brennmaterial müßte aber in die Säle geschafft werden und in jedem Saal wäre ein, und zuweilen wären auch zwei Feuer zu unterhalten. Jedoch veranlaßt der Vortheil, nur ein Feuer oder nur eins zur Heizung und ein anderes, nahes, zur Ventilation unterhalten und der Vortheil, die Wärme mittelst Dampf oder heißen Wassers mittheilen zu müssen, viel Kosten und alle Hospitäler sind nicht im Stande, sie zu

tragen. In kleinern ist die angegebene Einrichtung die einzig zweckmäßige.

Sei aber nun die Einrichtung für große oder kleine Hospitäler, welche sie wolle, so muß man die Dimensionen der verschiedenen Theile der Apparate, die Oberflächen der Heerde, die Querschnitte der Röhren, die Heizoberfläche 2c. bestimmen. Die Elemente, welche nur von der durch die Fenster und Mauern verlorenen Wärme abhängen, lassen sich nach bekannten Formeln berechnen; in Beziehung auf die übrigen muß man nothwendig die Stärke der Ventilation kennen, worüber wir jedoch nur wenig Positives wissen.

Herr Morin bemerkt, daß durch Versuche, die im Hospital zu Beaujon angestellt, die Menge der ausgeströmten Luft, auf einen Kranken und die Stunde, zu 40 bis 60 Cubikmeter bestimmt und daß diese Ventilation kaum hinreichend sei, wenn nicht sehr schwer Verwundete in dem Saale seien. Man darf nicht im Geringsten an der Genauigkeit der anemometrischen Versuche zweifeln; um aber daraus einen Schluß zu ziehen, der die Gesundheitsventilation der Hospitäler auf eine so hohe Zahl bringen könnte, müßte man zuvor untersuchen, ob die beobachtete Ventilation wirklich wirksam war, und ob nicht in dem Saale ein gesundheitswidriger Stoff dauernd herrschte. Wenn, z. B., die Ventilationsluft eine höhere Temperatur, als die des Saales hatte, und wenn die Luft durch den oberen Theil des Saales ausströmte, so würde offenbar, wenigstens wenn die Luft nicht durch eine große Anzahl in dem Boden befindlicher Oeffnungen eindränge, der Luftstrom zur Reinigung des von den Kranken eingenommenen Raumes unnütz sein und man könnte eine sehr starke Ventilation fast ohne Resultate hervorbringen. Es würde sich demnach gleich bleiben, ob, wenn die Ven-

tilationskraft kälter, als die des Saales ist, die Ausströmungsöffnung auch nahe am Boden wäre. Selbst angenommen, daß der Luftstrom den Krankenraum durchzöge, so würden doch, wenn die Mauern, die Decke, die Bettstellen seit langer Zeit nicht angestrichen wären, die von dort angehäuften Ausdünstungen jeder Art herrührenden animalischen Stoffe einen steten Infectionsheerd bilden, der selbst eine sehr kräftige Ventilation nicht beseitigen könnte.

Eine bekannte Thatsache wird zur Verständigung dieser Beobachtung beitragen. In allen Schulpensionaten, z. B., zeigen die Speisesäle einen unangenehmen Geruch, der sich durch die Ventilation durchaus nicht entfernen läßt, da die Fenster solcher Säle in den Zwischenräumen der Mahlzeiten gewöhnlich geöffnet sind. Er rührt von den organischen Stoffen her, die sich an den Wänden und an der Decke absetzen, denn er verschwindet vollständig, wenn diese Flächen neu angestrichen werden. Es erleidet gar keinen Zweifel, daß der unangenehme Geruch der Hospitalsäle von derselben Ursache herrühre.

Da Herr Morin keine Details über die Umstände angegeben hat, unter welchen die Versuche angestellt worden sind, so darf man im Interesse der Menschlichkeit annehmen, daß sie unter sehr ungünstigen Umständen angestellt wurden, und daß die Verbesserung der Luft in den Hospitälern durch weit weniger Kosten hergestellt werden kann. Es ist dieß aber ein neuer Beweis von der Unzulänglichkeit der Versuche über die gesammte Ventilation, wenn sie nicht von einer Untersuchnng über die Bewegungen der Luft in den Räumen, die ventilirt werden sollen, und von andern Umständen begleitet ist, welche einen Einfluß auf die Gesundheit haben können.

Jedenfalls dürfen wir annehmen, daß in einem gut geleiteten Hospital, dessen Säle nicht allzu groß

sind, bei gehöriger Reinigung der Mauern, der Decken und der Bettstellen eine wahrhaft wirksame Ventilation von 30 Cubikmeter auf das Bett und pro Stunde in den ungünstigsten Fällen hinreichend sei. Indessen würde es zweckmäßig sein, die Apparate so zu construiren, daß sie im Nothfalle eine Ventilation von 40 Cubikmetern hervorbringen könnten; sie müßten aber mit Registern versehen werden, die bestimmt wären, sie auf die zur Verscheuchung jedes üblen Geruchs unerläßliche Zahl zu beschränken.

Hör- und Schulsäle. Die Verbesserung der Atmosphäre in den Primärschulen, sowie in den Aufenthaltssälen durch eine zweckmäßige Ventilation ist eine äußerst wichtige Sache, welche unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch nehmen muß. Im Winter muß die Ventilation durch die Heizung und im Sommer durch eine Maschine bewirkt werden, die am Zweckmäßigsten durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt wird.

Nehmen wir z. B. ein Schulzimmer an, welches 200 Kinder aufnehmen soll. Bei einer Ventilation von 6 Cubikmeter auf das Individuum und die Stunde, und in der Secunde von 1200 : 3600, beträgt das Gewicht $= 1{,}03 \times 1{,}3 = 0{,}43$ Kilogramm. Wenn sich diese Luft aus einer Oeffnung von 0,25 Meter Querschnitt entwickelt, so würde die Geschwindigkeit $0{,}33 : 0{,}25 = 1{,}32$ Meter und die Wirkung $p \cdot v^2 : 2\,g = 0{,}038$ Kilogrammmeter sein. Nimmt man nun eine tägliche Ventilation von 6 St. an, so würde die gesammte Wirkung, und unabhängig von den Reibungen, $= 0{,}038 \cdot 3600 \cdot 6 = 820{,}8$ Kilogrmm. sein. Nehmen wir an, daß ein Arbeiter an der Kurbel eines Haspels ein Gewicht auf eine gewisse Höhe erhöbe, so wird seine Leistung in der Secunde ungefähr 6 Kilogrammmeter und während einer Stunde $6 \cdot 3600 = 21{,}600$ Kilogramm-

meter sein, welche größtentheils durch den Fall des Gewichts wieder erzeugt werden. Nun kann man aber sehr leicht mit Hülfe eines Räderwerks den Fall des Gewichts in 6 Stunden bewirken, und demzufolge während dieser Zeit auch eine gleichmäßige Leistung, die der weit überlegen ist, welche die Ventilation erfordert, selbst angenommen, man nutze nur 4 Proc. der angehäuften Arbeit. Da diese Ventilationsmethode bei geringen Kosten einen Ueberfluß an Leistung anzuhäufen gestattete, brauchte man nur die einfachsten und wohlfeilsten Maschinen anzuwenden, um die Bewegung auf die Luft zu übertragen. Die Ventilatoren mit Centrifugalkraft würden mit großen Unannehmlichkeiten verbunden sein; man könnte sie zweckmäßig durch eine in der Esse angebrachte verticale Achse, die mit 3 oder 4 unter 45° geneigten Flügeln versehen ist, und welche eine drehende Bewegung durch den Fall des Gewichts erlangt, ersetzen. Der Apparat selbst würde als Schwungrad dienen.

Gymnasien und andere höhere Schulen und Pensionate. — In diesen Anstalten werden die Classen und Arbeitszimmer im Allgemeinen durch Oefen geheizt; allein weder diese, noch die Schlafsäle oder die Apartements werden ventilirt, und dennoch würde dieß sehr nothwendig sein. Sind die Anlagekosten für ein allgemeines System der Heizung und Ventilirung nicht aufzubringen, oder wird dieß durch Localverhältnisse verhindert, so müssen in jedem Zimmer die Einrichtungen angewendet werden, die wir oben für kleine Hospitäler angegeben haben. In den Schlafsälen würden mehre Röhren, die von den Decken über das Dach hinausführen, selbst ohne Heerde, eine im Sommer und Winter hinreichende Ventilation durch den Temperaturunterschied zwischen der innern und äußeren Luft veranlassen; allein es müßten die Oeffnungen Querschnitte haben, die von

denen der Röhren wenig verschieden sind, und der Luft in den Corridors und auf den Treppen gestatten, in die Schlafsäle zu strömen. Die Wirkungen dieser Röhren würden offenbar weit größer sein, wenn man sie über den Lampen anbrächte, welche die Schlafsäle während der Nacht erhellen. Diese Ventilationsmethode, deren Wirkung man jedoch annäherungsweise selbst nicht berechnen kann, könnte sehr vortheilhaft von einer mechanischen ersetzt werden, die durch den Fall eines Gewichts während des Aufenthalts der Schüler in den Schafsälen bewirkt wird, und deren Leistung eine stetige sein würde. Diese letztere Art der Ventilation ließe sich auch mit großem Vortheil bei den Apartements anbringen.

Amphitheater. — Für große Amphitheater, welche eine bedeutende Menschenmenge aufnehmen müssen, besteht die zweckmäßigste Ventilation darin, die warme und die kalte Luft unter den Stufen gleichförmig zu vertheilen, und sie durch eine große Anzahl gleicher und gleich vertheilter Oeffnungen entweichen zu lassen. Aus dem Saal strömt alsdann die Luft durch Oeffnungen in der Decke aus. Durch diese Methode ist die eingeathmete Luft stets rein, und die Gesammtheit der Luft ist nützlich angewendet, sobald die letztere gleichmäßig vertheilt wird. Diese Luftbewegung könnte durch eine Ventilationsesse hervorgebracht werden, deren unterer Theil mit den in der Decke angebrachten Oeffnungen in Verbindung stände, oder durch einen Ventilator, welcher die Luft unter den Stufen ausbliese. Im Winter würde der Saal auch als eine große Esse wirken. Auf den ersten Blick scheinen beide Methoden gleich zu sein, allein es ist dieß durchaus nicht der Fall. Wenn die Luft eingeblasen wird, so ist es leicht, sie fast gleichmäßig unter den Stufen durch Röhren zu vertheilen, welche unter dieselben geführt und mit

Löchern versehen sind, deren Durchmesser sich in dem Maße vermindert, als sie sich von der Vertheilungsröhre entfernen. Die Form und die Lage der Oeffnungen in der Decke sind alsdann willkürlich, wenn nur die Summe ihrer Querschnitte hinreichend ist. Wenn aber die Bewegung durch ein Ansaugen erfolgt, so muß die Luft nicht allein gleichförmig unter den Stufen vertheilt werden, sondern es müssen auch die Ansaugeöffnungen in der Decke fast gleichmäßig wirken, welches keine leichte Sache ist, vorausgesetzt, daß die Wirkung einer Ansaugeöffnung nach der Entfernung wesentlich verschieden, wenigstens, wenn sie nicht sehr groß ist. Die Anwendung einer mechanischen Ventilation hat daher wesentliche Vortheile. Es wurde diese Ventilationsmethode in dem ehemaligen Sitzungssaale der Pairskammer angewendet, und zwar erlangte man damit sehr gute Wirkungen; da aber die Ventilation durch Ventilatoren bewirkt wurde, die Menschenkräfte in Bewegung setzten, und es diesen Arbeitern an Beaufsichtigung fehlte, so mangelte es derselben an Regelmäßigkeit, und man gab daher diese Methode auf; im Sommer wurde sie durch eine Esse bewirkt, während im Winter die bedeutende Höhe des Saales hinreichend war.

Geschähe nun, nachdem die warme Luft über dem Amphitheater in den Saal geführt worden ist, die Ventilation durch eine mit unter dem Amphitheater angebrachten Oeffnungen in Verbindung stehende Ventilationsesse, so könnte man nur dadurch eine gleichförmige Ventilation herstellen, daß die Ventilationsöffnungen so angelegt würden, daß sie gleichzeitig auf alle Oeffnungen in den Seitenwänden der Bänke eine fühlbare Wirkung äußerten, unter der Voraussetzung, daß diese Oeffnungen einander gleich und gleichmäßig vertheilt wären. Aber, abgesehen von der Schwierigkeit in der Ausführung dieser Bedingung, würde diese Methode den Nachtheil haben,

daß sie einer jeden Person durch den Athmungsproceß schon verunreinigte Luft zuführt, und zwar umsomehr, einen je höheren Sitz die Person einnimmt; und daß sie ferner warme und unreine Luft in der Gegend der Decke anhäuft, welche besonders Denjenigen schaden würde, welche die letzten Bänke einnehmen. Könnte man nun in der That auch eine oder mehre Ventilationsöffnungen in der Decke anbringen, so würde man doch nicht wissen, in welchem Verhältnisse die Oeffnungen oben oder unten, welche die Luftreinigung bewirken sollen, zueinander ständen, und an manchen Stellen würden sie sogar einander entgegenwirken.

Obwohl die Ventilation eines Amphitheaters durch unterhalb der Stufen angebrachte Oeffnungen bedeutende Nachtheile hat, so ist sie doch jederzeit von überwiegendem Nutzen, besonders wenn die durch die Bänke gehenden Löcher so angeordnet sind, daß sie eine ziemlich gleichmäßige Ventilation erzeugen, und wenn die Bänke nicht sehr hoch emporsteigen, oder wenn die höchsten nur selten besetzt sind. Wenn dagegen die Amphitheater einen großen Umfang haben, wenn die Sitze beinahe bis an die Decke reichen und wenn sie häufig ganz voll und lange besetzt sind, so dürfte eine aufwärtsgehende mechanische Ventilation, welche stark und gleichmäßig vertheilt ist, die einzige Methode sein, welche allen Bedingungen der Heilsamkeit zu entsprechen vermöchte; leider sind die Kosten ersterer Anlage beträchtlicher, als die bei der gewöhnlich angewendeten Einrichtung.

Bei allen für ein Amphitheater anwendbaren Ventilationsarten muß die Ventilation nach der Anzahl der Plätze berechnet werden und sich gleich bleiben, wie groß auch die Anzahl der versammelten Personen sein möge. Die Temperatur der erwärmten Luft aber bei ihrem Eintritt in den Saal muß um so niedriger sein, jemehr Personen der Saal in sich schließt, denn eine jede erzeugt soviel Wärme, als

eine Kerze und beinahe 40 Einheiten von der Wärme, welche zur Erwärmung der umgebenden Luft gebraucht wird; bei einer Ventilation von 10 Cubikmetern auf die Person und pro Stunde würde diese Wärme allein die Luft auf eine Temperatur von 13° bringen. Dennoch müssen die zur Erwärmung der Luft bestimmten Apparate so eingerichtet werden, daß dasselbe Luftvolum in ziemlich kurzer Zeit die verschiedensten Temperaturen anzunehmen im Stande ist. Mit Luftheizungsöfen, deren Oberflächen durch den Rauch erwärmt werden, kann man diese Bedingung leicht erfüllen, jenachdem man die Wirksamkeit des Heerdes verändert; mit Hülfe von Wärmöfen, die durch Dampf geheizt werden, indem man das die Heizröhren durchströmende Dampfvolum verringert; mit Wärmöfen aber, die durch heißes Wasser geheizt werden, könnte, wegen des großen in Circulation befindlichen Wasservolums und in Folge der großen Wärmemenge, welche sie in sich fassen, die Temperatur der Luft nur nach sehr langer Zeit erst sonderliche Veränderungen erleiden. Mithin müßte der Apparat, welcher der obengedachten Anforderung entsprechen soll, so eingerichtet sein, daß er den Umfang der Oberflächen, an denen die Luft vorüberstreicht, um sich zu erwärmen, zu verändern erlaubte, — was aber nur schwierig zu bewerkstelligen sein würde.

Gefängnisse. — Das Princip der Luftverbesserung in den Zellengefängnissen durch eine zweckmäßige Ventilation ist jetzt anerkannt und bedarf keiner weiteren Erörterung. Für diese Gefängnisse ist die in dem zu Mazas eingeführte Heizmethode, nach unserem Gutdünken, noch immer die vorzuziehende. Was die Verbesserung der Luft in den Zellen anlangt, so hat man jetzt dafür zwei Methoden, nämlich die zu Mazas gebräuchliche, und diejenige, welche seit beinahe zwei Jahren in einer Zelle des Gefängnisses von Tours versucht worden ist. Die des Ge-

fängnisses Mazas besteht, wie man gesehen hat, darin, daß man die Luft einer jeden Zelle durch die niedergehende Ableitungsröhre, welche das Gefäß schließt, abziehen läßt. Diese Methode ist sehr einfach, sie hat den Vortheil, daß sie keine Aufmerksamkeit von Seiten des Gefangenen erfordert, und daß der von einer Zelle zur andern sich fortpflanzende Schall sorgfältig aufgefangen werden kann; dagegen hat sie den Nachtheil, daß die Ventilation durch eine theilweise Verstopfung der Ableitungsröhre sich verändert, und den, daß sie die Atmosphäre mit einem großen Volum der mit den Ausflüssen der Gräben vollständig gesättigten Luft erfüllt. Das von Hrn. Sagey vorgeschlagene System, welches in der Folge bei allen Zellen des Gefängnisses von Tours eingeführt werden soll, besteht, wie man früher gesehen hat, in Gefäßen mit doppelter Wand, welche durch einen beweglichen Stöpsel geschlossen sind und in welche die Ventilationsluft, gleichwie bei denen von Mazas, einströmt, von wo sie aber durch einen Seitencanal wieder abzieht. Diese letztere Methode ist mit der Unbequemlichkeit verbunden, daß sie ein Wenig Achtsamkeit von Seiten der Gefangenen erfordert; hinwiederum aber gewährt sie den bedeutenden Vortheil, daß sie eine gleichmäßige Ventilation herzustellen erlaubt und nur sehr wenig verdorbene Luft in die Atmosphäre übergehen läßt.

Was nun die Art und Weise der Ventilation selbst betrifft, so hat man die Wahl zwischen einer Ventilation auf mechanischem Wege und einer Ventilationsesse. Auf alle Fälle dürfte jedoch eine mechanische Ventilation vorzuziehen sein. Für große Gefängnisse, die zur Aufnahme von Angeklagten bestimmt sind und wo man die Handleistung der Inhaftirten nicht in Anspruch nehmen kann, müßte man sich einer kleinen Detentions-Dampfmaschine ohne Con-

densation bedienen, deren Betrieb im Winter nicht viel kosten würde. Für die Gefängnisse hingegen, welche nur bereits Verurtheilte in sich fassen, müßte man die Arbeitskraft Einiger von ihnen während des Tages dazu verwenden, einen Ventilator zu treiben, der die Luftreinigung in den Zellen bewirken würde, und außerdem dazu, ein Gewicht oder Wasser in die Höhe zu ziehen, deren Niedergang die Ventilation während der Nachtzeit fortsetzen würde. Eine sehr bequeme Einrichtung wird darin bestehen, Wasser zu haben, welches während seines Falles die Luft vermittelst eines Saugerüssels anzöge.

Nehmen wir, z. B., für die Zahl von 400 Gefangenen eine Ventilation von 10 Metern auf die Person und pro Stunde an, so würde dieß pro Secunde $4000 : 3600 = 1{,}11$ Meter machen; im Fall nun diese Luft durch eine Esse mit einer Geschwindigkeit von 3 Metern abzieht, so würde die Arbeit $p\,v^2 : 2\,g = 1 \cdot 11,\ 1{,}3 \cdot g : 19{,}62 = 0{,}66$ Kilogrammmeter sein; für 10 Stunden wird sie daher $0{,}66 \cdot 10 \cdot 3600 = 23760$ Kilogrammmeter betragen, während sich die Arbeit eines Menschen in einer Stunde auf $6 \cdot 3600 = 21600$ und in 10 Stunden auf 216000 beläuft. Angenommen nun auch, daß die Reibungen jeder Art diese Leistung auf 0,1 verringere, so sieht man doch, daß die Arbeit eines einzigen Menschen während 10 Stunden leicht die zur Ventilation zur Nachtzeit erforderliche Arbeit zu liefern vermag. Wenn die Arbeit zum Aufziehen eines Gewichtes bis zu einer Höhe von 20 Metern verwendet würde, so würde dieß Gewicht 10800 Kilogramm schwer sein.

Im Vorhergehenden gingen wir von der Voraussetzung aus, daß die Luft entweder von einer Esse oder durch eine Maschine angesaugt werden sollte; indessen könnte man sie auch durch Druck in die

Zellen leiten. Alsdann müßte man sich der Einrichtung von Hrn. Sagey für die Gefäße bedienen; die Gase würden durch eine große Esse in die Luft entweichen, welche vom Giebel des Gebäudes ausginge und in welche die Abzugsröhren aller Zellen auslaufen würden. Diese Anlage würde jedoch den großen Nachtheil haben, daß sie einen Theil der verpesteten Zellenluft durch die Fugen der Thüre über den Corridor verbreiten würde.

Hinsichtlich der Centralgebäude, in denen die Gefangenen zusammenleben, sind die Ansichten getheilt. Einige wollen einen Nachtheil darin finden, wenn die Gefangenen in bessere Sanitätsverhältnisse versetzt würden, als die sind, in denen sich häufig die rechtschaffenen und ehrbaren Arbeiter befinden, welche in den Industrie-Werkstätten arbeiten; und im Allgemeinen in einer Verbesserung der Gefängnißordnung, weil eine solche die Schwere der Strafe in den Augen der Verbrecher, welche nur durch die Furcht vor der Einkerkerung eingeschüchtert werden können, herabsetzen würde. Andere halten den Verlust der Freiheit, die Zwangsarbeit, eine schlechte, oft sogar unzureichende Nahrung, und die Strenge der Disciplin an und für sich für eine hinlänglich schwere Strafe, um die Verbesserungen bezüglich der Gesundheit nachlassen zu können. Diese letztere Meinung dürfte wohl den Vorzug verdienen, umsomehr, als die Gefangnenwächter und alle an der Wartung betheiligten Personen auch mehr oder weniger unter der ungesunden Beschaffenheit des Gefängnisses leiden.

Wir sind daher der Meinung, daß sowohl die Schlafsäle, als die Werkstätten, Krankenzimmer und Abtritte in den Centralgebäuden durch eine wirksame Ventilation verbessert werden müssen; daß diese aber während der Tageszeit durch die regelmäßige Arbeit einer bestimmten Anzahl zum Treiben der Ventilatoren

verwendeter Gefangener, und in den Schlafsälen, während der Nacht, durch eine am Tage angehäufte Arbeit erreicht werden müsse. Diese Verbesserungen würden nur sehr geringe Anlagekosten verursachen, weil die Ventilatoren von Holz sein und weil sie in manchen Gefängnissen von den Gefangenen selbst angefertigt werden könnten.

Vor einigen Jahren besuchte Hr. Peclet das Centralgebäude von Nimes, in Begleitung des Chirurgen dieses Gefängnisses, Hrn. Boileau de Castelneau. In allen Theilen des Hauses, den Schlafsälen, Werkstätten, dem Krankenzimmer, herrschte eine so verdorbene Luft, daß man davon höchst unangenehm berührt wurde. Hrn. Peclet's Aufmerksamkeit richtete sich hauptsächlich auf zwei Arbeitszimmer: in dem einen war man mit Wollekrämpeln beschäftigt und es befanden sich innerhalb dieses Raumes ein Dutzend kleine offene Kohlenheerde; in dem andern wurden die Gefangenen dazu verwendet, Seidenabfälle zu hecheln und hier war die Luft so mit Seidenstaub angefüllt, daß man die Gegenstände kaum auf einige Meter Entfernung wahrzunehmen im Stande war. Diese beiden Werkstätten waren äußerst ungesund; auch waren die Sterbefälle, nach den vielfachen Beobachtungen des geschickten Arztes, der mich geleitete, daselbst sehr zahlreich und übertrafen bei Weitem die der andern Arbeitszimmer. Die Nothwendigkeit, diese Zimmer zu verbessern, lag augenscheinlich vor, und das Mittel dazu war sehr einfach. Es bestand darin, in jedem derselben einen Ventilator mit Centrifugalkraft anzubringen; die Kosten würden sehr gering gewesen sein, weil man ihn aus Holz hätte bauen können, und weil die Arbeit zur Unterhaltung ihrer Bewegung gar keinen Aufwand verursacht hätte, insofern, als dieselbe durch die Gefangenen hätte besorgt werden können. Herr

Boileau de Castelneau begriff sehr wohl die Wirksamkeit des von Hrn. Peclet vorgeschlagenen Abhülfemittels. Man hielt darum an bei'm Director der Anstalt, bei'm Präfecten, bei den General-Inspectoren der Gefängnisse, ja sogar bei'm Minister des Innern, das Gesuch wurde seitdem in den Berichten, welche die Aerzte alljährlich an den Minister des Innern einreichen müssen, wiederholt ausgesprochen, aber Alles half zu Nichts, und die Sache steht noch heutzutage auf dem alten Puncte. Hr. Boileau de Castelneau hat in seinen „Jahrbüchern der Gesundheitslehre" mehre äußerst wichtige Abhandlungen über den Einfluß der Kost, der Arbeit, der Ungesundheit in den Werkstätten ꝛc. auf die durchschnittliche Lebensdauer der Gefangenen geliefert.

Bemerkungen über die Ventilation im Winter vermittelst der durch den Rauch der Luftheizöfen erzeugten Wärme. — Um diese Wärme zu benutzen, müßte der Rauch durch 4 bis 5 Meter hohe Essen von Schwarzblech ausströmen, welche innerhalb der Ventilationsesse angebracht wären, die Röhre aber, welche die Luft in die Esse leiten sollte, müßte mit einem Register und mit einem feststehenden Anemometer versehen sein, um die Ventilation reguliren zu können. Im Beginn und gegen das Ende der Jahreszeit könnte der Anemometer auch dazu dienen, um den Heerd nach ihm einzurichten, wenn die durch die verloren gegangene Wärme erzeugte Ventilation unzureichend wäre. Wenn der Querschnitt der Esse darnach berechnet wäre, daß der Temperaturüberschuß sich für den Fall, daß der Luftheizofen den Rauch auf 300° erwärmt ausströmte, auf 30° beliefe, so ergiebt sich, daß die Esse ein Luftvolum beinahe gleich 200 Cubikmetern pro Kilogramm im Heizofen verbrannter Steinkohle ansaugen könnte. Wenn jedoch die Oberflächen der Wärmeöfen ziemlich groß sind, so ist die Temperatur des Rauches weni-

ger hoch. Was übrigens diejenigen Oefen betrifft, welche mit Dampf oder heißem Wasser geheizt werden, so kühlt man bei ihnen stets den Rauch bei seinem Austritt ab, indem man ihn durch Röhren gehen läßt, welche ihrerseits in Canälen liegen, durch welche die äußere Luft hindurchstreicht. Mithin ist bei wohl angelegten Apparaten die Ventilation mittelst der verlorenen Wärme weit geringer, als wir angenommen hatten. Es ist hierbei von großer Wichtigkeit, zu bemerken, daß die in Rede stehende Ventilation, ohne feststehenden Anemometer und ohne Register, wie man sie bisher angewandt, sehr verschiedene Resultate, bisweilen viel zu bedeutende und ein anderes Mal wieder zu schwache, hervorruft, und daß man nie weiß, was man zu thun hat, während es gerade vom größten Einfluß ist, daß man dieß jederzeit weiß.

Ursachen der langsamen Vervollkommnung in der Industrie der Heizung und Luftverbesserung von bewohnten Orten. — Man überzeugt sich täglich mehr von der Nothwendigkeit der Heizung und Verbesserung der Privatwohnungen und der öffentlichen Gebäude. Auch ist seit einigen Jahren eine Menge öffentlicher Gebäude geheizt und ventilirt worden. Gleichwohl macht die Heizungs- und Ventilations-Industrie in der That nur geringe Fortschritte. Die Ursachen davon sind zahlreich.

Die gewöhnlichen Erscheinungen, welche sich bei der Heizung und Ventilation darbieten, erscheinen sehr einfach, denn sie beschränken sich auf die Uebertragung der Wärme auf die Körper und auf die durch die Wärme oder Maschinen, welche nur auf den ersten Gesetzen der Physik und Mechanik beruhen, hervorgebrachten Bewegungen der Luft. Die einzigen Schwierigkeiten, welche jedoch gänzlich

in das Gebiet der Ingenieure gehören, scheinen in der Wahl der Anordnungen, in Bestimmung der Formen und Dimensionen der Apparate, die dazu dienen sollen, einen verlangten Nutzeffect zu erzielen, und endlich in den zur Regulirung der Heizung und Ventilation anzuwendenden Mitteln zu bestehen. Indessen ist die Sache nicht so einfach, als sie auf den ersten Blick erscheint, und um einen gemachten Entwurf oder einen schon in Betrieb stehenden Apparat beurtheilen zu können, sind allgemeine und oberflächliche Begriffe keineswegs ausreichend, man muß vielmehr die hierauf bezüglichen Fragen sorgfältig studirt haben. Auch trifft man bei den Leuten, welchen die Aufgabe zu Theil wird, ihre Ansicht über Entwürfe oder construirte Apparate abzugeben, häufig nur unbestimmte, mangelhafte und bisweilen selbst irrige Vorstellungen.

Bisweilen sind Heizungs- und Ventilations-Entwürfe zu einem Gegenstande der Concurrenz erhoben und zu Preisaufgaben gemacht worden; in den meisten Fällen aber sind die Arbeiten ohne Weiteres begünstigten Unternehmern überlassen worden. Durch dieses letztere Verfahren der Verwilligung unterdrückt man die Concurrenz, und hemmt in Folge dessen gewaltsam jeden Fortschritt, jede Verbesserung in der Einrichtung der Apparate, jede Verminderung in den Kosten der ersten Anlage, sowie in den täglichen Ausgaben.

Ein letzter Umstand endlich, welcher auf die Langsamkeit in der Vervollkommnung der in Rede stehenden Industrie einen sehr wesentlichen Einfluß äußert, ist die Art und Weise, wie die Versuche geschehen, welche zur Annahme einer neuen Erfindung getroffen werden, wo gleichwohl etwas darauf ankommt. Man begnügt sich häufig mit einigen Proben in Betreff der gesammten Ventilation, für welche

Alles vorbereitet war, die aber durchaus keine Garantie gewähren können, daß auch der Apparat eine genügende Wirksamkeit in den ungünstigsten Fällen der atmosphärischen Beschaffenheit besitzt, daß der Heizer an ihm ein sicheres Mittel in den Händen hat, seinen Heerd so einzurichten, daß er immer denselben Erfolg erreicht, daß dieser Erfolg jederzeit realisirbar, daß die Ventilation wahrhaft wirksam zur Verbesserung der Luft, und endlich, daß die Ventilation gleichmäßig im Ganzen eingenommenen Raume vertheilt ist. Versuche über die Ventilation im Ganzen, an einem bestimmten Tage, zu einer bestimmten Stunde, ohne irgend einen andern Nachweis, angestellt, wie dieß sehr häufig vorzukommen pflegt, beweisen in der That nur das Factum, welches sie gerade vor Augen stellen, und können nur dazu dienen, die Personen, welche nicht begreifen, wie wenig sie befähigt sind, ein Urtheil über den fraglichen Apparat abzugeben, irre zu führen.

Es wäre wohl zu wünschen, daß in Zukunft 1) die Construction der Heiz- und Ventilationsapparate für öffentliche Gebäude einem Baumeister nur erst nach vorhergegangener Preisbewerbung vor einer aus Sachverständigen gebildeten Commission übertragen würde; 2) daß das Räderwerk von Verwaltungssystem, welches die Entscheidung der Commission von der Ausführung trennt, vereinfacht würde, und vor Allem, daß diese Entscheidung nicht eine bloß vorübergehende Bedeutung hätte; 3) daß die Prüfung der Apparate nach ihrer Construction hinreichend lange fortgesetzt würde, um die Wirksamkeit der Heizapparate in den ungünstigsten Fällen, die der Ventilationsapparate, die Regelmäßigkeit der ganzen Ventilation, die Gleichmäßigkeit in ihrer Vertheilung, die Genauigkeit der Instrumente, die dazu dienen sollen, in jedem Augenblick den Zustand der Ventilation an-

zugeben, den Brennmaterialverbrauch u. s. w. festzustellen; 4) daß die Berichte dieser Commission veröffentlicht würden.

Diese Maßregeln würden die Verwaltungsbehörden in Bezug auf den Nutzeffect der Apparate vollkommen sicher stellen, und die Heizungs-, sowie die Ventilations-Industrie würde reißende Fortschritte machen. Die tüchtigen Ingenieure könnten dabei nur gewinnen, denn es giebt bei den Heiz-Apparaten keine Geheimnisse; die Erfahrungen würden allen nützen, und die Erfindungen eines Jeden würden unter dem Schutze von Patenten vollkommen respectirt werden.

Drittes Capitel.

Die Ventilirung der Gebäude.

1. Ventilirung der öffentlichen Gebäude.

Ehe wir zur Erklärung practischer Details übergehen, halten wir es für nothwendig, die Ursachen des Vorhandenseins von verdorbener Luft im Innern kurz zu berühren und den Proceß der Ventilirung oder Lüftung gründlich zu erklären.

Die Luft wird hauptsächlich durch das Ausathmen kohlensauren Gases aus den Lungen, als eines der Hauptproducte des Athmungsprocesses, verdorben. Wie bekannt, kann dieses Gas weder zum Unterhalt des Lebens, noch der Verbrennung, angewendet werden; es besitzt solch' einen schädlichen Einfluß, daß selbst dann, wenn man es in Berührung mit der äußeren Oberfläche der Haut bringt, dieselbe sich entzündet und roth wird. Wenn ein Versuch gemacht wird, reines kohlensaures Gas einzuathmen, so erfolgt bei seinem Eintritt in die Luftröhre im Allgemeinen eine convulsivische Bewegung, welche die

Oeffnung verschließt und ihr Einströmen verhindert. In gewissen Fällen darf man aber annehmen, daß die Bewegung nicht hinreichend gewesen ist, das kohlensaure Gas auszuschließen, und daß unmittelbarer Tod die Folge gewesen sei; wir kennen keinen Fall, daß, wenn Kohlensäure frei in die Lungen eingeströmt, eine Rettung erfolgt wäre, ja in einigen besondern Fällen ist der Tod selbst dann erfolgt, wenn nur 1 Proc. von dem Gase vorhanden war. Jede gewöhnliche Atmosphäre, die 1 Procent Kohlensäure enthält, muß als eine sehr schlechte angesehen werden, die nicht im Stande ist, einen gesunden Zustand des Menschen zu unterhalten, obgleich man in vielen Zimmern eine weit verdorbenere Luft wahrnehmen kann. Je geringer der Gesundheitszustand und die Körperkraft eines Individuums ist, um so empfänglicher ist es für den Einfluß der mit Kohlensäure geschwängerten Luft. Alte und schwache Leute sinken zuweilen in einer Atmosphäre um, in welcher sich robuste ohne nachtheilige Folgen aufhalten können. Wenn die Menge des kohlensauren Gases auf ein Verhältniß reducirt ist, welches $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{2}{1000}$ beträgt, so werden dadurch keine schädlichen Resultate hervorgebracht. Gewöhnliche Luft enthält ein geringes Verhältniß von dem kohlensauren Gase, selbst in den größten, bis jetzt untersuchten Höhen. Da das kohlensaure Gas die hauptsächlichste Verunreinigung ist, welche die Luft in den gewöhnlichen hohen Zimmern aufnimmt, so mag die vorhandene Menge im Allgemeinen als eine Andeutung von dem Zustande der Atmosphäre, sowie von der Wirksamkeit der Ventilirung angesehen werden. Man braucht nur eine einfache Probe anzustellen, da eine vollkommene Analyse nicht erforderlich ist. Kalkwasser in einer offenen Schale zeigt das Vorhandensein des Gases.

Die Luft wird aber auch durch die flüchtigen Producte verdorben, die sich aus den Poren der Haut entwickeln. Die Erleuchtungsart bewirkt dasselbe Resultat. Die Flamme eines Gasstromes von derselben Leuchtkraft wie ein gewöhnliches Kerzenlicht, macht 200 bis 300 Cubikzoll Luft in der Minute zur Respiration untauglich. Auch die mechanischen Unreinigkeiten, die in den Wohnungen vorhanden sind, wie Staub u. s. w., verderben ebenfalls bis zu einem gewissen Grade die Luft. Nachdem wir nun die Ursachen des Vorhandenseins der verdorbenen Luft in öffentlichen Gebäuden kurz auseinandergesetzt haben, wollen wir jetzt zur Erklärung des Ventilirungsprocesses übergehen.

Die aus den Lungen ausgeathmete Luft besteht, nachdem sie zu den Zwecken der Respiration benutzt worden ist, hauptsächlich aus einem schweren Gase, dessen spec. Gewicht ein solches ist, daß es sich dem Boden zuneigt. Obgleich nun kohlensaures mehr als ein Halb schwerer als Luft ist, so nimmt es doch bei seinem Durchströmen durch die Lungen soviel Wärme auf, daß es eine ziemlich bedeutende Neigung erlangt, in die Höhe zu steigen. Es läßt sich dieß sehr leicht dadurch erläutern, daß man, wenn man an einem ruhigen, aber kalten Tage in der freien Luft athmet, wahrnimmt, wie der Hauch aufsteigt. Man überzeugt sich davon noch mehr, wenn man abwärts haucht, indem dabei dasselbe Resultat eintritt. Daß dieses Gesetz einen wohlthätigen Einfluß hat, daran dürfen wir keinen Augenblick zweifeln; das Gemisch der verdorbenen Luft ist weit leichter, als die gewöhnliche reine Luft in derselben Temperatur. Bei dieser Anordnung haben wir ein anderes von den einfachen, jedoch wohlthätigen Gesetzen zu bewundern, welche zu unserem Comfort beitragen. Da der unbrauchbar gemachten Luft eine hohe Temperatur mit-

getheilt worden ist, so steigt sie in die Höhe, sobald sie entweicht, und zwar mit solcher Geschwindigkeit, daß sie sehr bald über die Zone der Respiration hinauskommt und daher in solchen Fällen nicht wieder eingeathmet werden kann. Der Mensch kann daher von diesem einfachen Gesetze Vortheil ziehen, indem er der verdorbenen Luft einen freien Abzug gestattet und sich auf diese Weise von diesem wirksamen Agens zur Hervorbringung von Krankheiten befreit.

Man kann die Ventilirung in zwei Classen theilen, nämlich in die künstliche und in die natürliche. Bei der künstlichen kann den Luftströmungen jede Richtung ertheilt werden: nach Oben, nach Unten und nach der Seite; dieß kann durch Maschinen und andere Vorrichtungen, wie Pumpen, Windräder, Schrauben, sowie auch endlich durch Lüftungsessen bewirkt werden. Die künstliche Ventilirung zerfällt wieder in zwei Abtheilungen, in die drückende und in die saugende. Bei der drückenden Ventilirung wird Luft durch das Innere eines Gebäudes durch eine Druckpumpe 2c hineingetrieben, während die verdorbene Luft mittelst zu diesem Zweck angebrachter Canäle oder auch durch die Ritzen der Thüren und Fenster abgeführt wird. Die Sicherheit, mit der man gute Luft ohne Beimischung von schlechter einzuführen im Stande ist, bildet eine Eigenthümlichkeit der drückenden Ventilirung, die nur durch die constante Anwendung von Maschinen bewirkt werden kann. Die saugende Ventilirung wird durch Maschinen erhalten, welche die Luft aus dem Innern auspumpen oder aussaugen, so daß die frische Luft durch Oeffnungen, die zu dem Zwecke angebracht sind, oder durch die Ritzen in Thüren und Fenster eindringen kann.

Die Resultate der natürlichen Ventilirung hängen übrigens nicht von Maschinen ab, sondern es

ist dieselbe ein Proceß, bei dem die Bewegungen der Luft auf dieselbe Weise veranlaßt und erhalten werden, wie in der äußeren Atmosphäre der Wind. Es läßt sich die natürliche Ventilirung auf die folgende Weise sehr einleuchtend beschreiben. Das specifische Gewicht der Luft, die durch Respiration und Verbrennung, durch die beiden großen Processe der Luftverunreinigung in Wohn-Gebäuden verdorben worden, ist unter den gewöhnlichen Umständen geringer, als das der athmosphärischen Luft; sie entweicht, indem sie von der dichtern und reinern Luft aufwärts gedrängt wird. Wir wollen uns ein Zimmer denken, in welchem sich eine Anzahl von Personen befindet, dessen Boden und Decke porös sei, so würde bei der gewöhnlichen Temperatur die durch die Menschen verdorbene Luft keine mechanische Kraft zu ihrer Entfernung bedürfen. Der von Oben einwirkende Druck ist durch die Ausdehnung vermindert, welche durch die erwärmende Luft veranlaßt wird; die äußere Luft kann aber von Unten und von Oben frei eindringen, indem, wie schon bemerkt, Boden und Decke porös sind. Ihre Kraft hat also das Uebergewicht, und eine aufsteigende Bewegung ist daher die natürliche Folge, und damit verbunden ist das Einströmen der frischen Luft und die Entfernung der verdorbenen. Hier findet daher eine Art der natürlichen Ventilirung Statt. Sehr wesentlich ist jedoch hierbei die Bedingung, daß die Wärme des menschlichen Körpers durch kein Hinderniß aufgehalten werde. Ein offenes Dach oder eine offene Decke ist übrigens unzulässig, da, wenn man auch alles Uebrige unberücksichtigt läßt, ein Schutz gegen die Witterung nothwendig ist. Nun kann man freilich die Oeffnung verengen; im Verhältniß zur Größe dieser Verengung, der Temperatur der Luft und der Anzahl der Menschen in einem gegebenen Raume muß aber die Ge-

schwindigkeit der Ausströmung der Luft aus dem Zimmer beschleunigt werden. Um dieß zu bewirken, muß eine Oeffnung in der Decke oder deren Nähe angebracht werden, in welcher die warme Luftsäule, welche dieselbe bald anfüllt, ihre Wirkung erhöht, und unter allen gewöhnlichen Umständen, und wenn das Zimmer nicht mit sehr vielen Menschen angefüllt ist, wird eine solche Esse oder ein solcher Canal den Zweck vollkommen erreichen. Sie wirkt zu allen Zeiten, sobald die in ihr vorhandene Luft eine geringere Dichtigkeit hat, als die außer ihr befindliche. Ist dieß nicht der Fall, so kann die Wirkung durch eine Lampe oder ein Feuer oder auch nur durch Erhöhung der Temperatur in dem Zimmer, für welches die Esse dient, vermehrt werden, da alle diese Ursachen eine verminderte Dichtigkeit oder Verdünnung der Luft in der Esse veranlassen, wodurch sie ihre Kraft erlangt. Unsere Leser werden einsehen, daß dieß eine ebenso deutliche, als einfache Erklärung der natürlichen Ventilation ist.

In allen Fällen, wo die Beschaffenheit des Gebäudes eine natürliche Ventilirung gestattet, muß dieselbe angenommen werden, indem sie die natürlichen Gesetze, welche die Bewegungen der Luft reguliren, zu ihrem Vortheile benutzt. Wir wagen es, die Behauptung aufzustellen, daß neue Gebäude ohne irgend eine Anwendung von Maschinen hinreichend ventilirt werden können. Ein englischer Schriftsteller über diesen Gegenstand, der unsere Bauart der Wohngebäude einer scharfen Kritik unterwirft und es für unzweckmäßig hält, daß die Architecten es so ängstlich vermeiden, der Luft einen Zutritt zu verschaffen, bemerkt, daß trotz aller Bemühungen die Luft selbst durch die dichtesten Thüren und Fenster dringe, und so ist es auch. Die zu einem wohlthätigen Zweck begründeten Gesetze wirken, wenn der Mensch ihnen

auch noch sehr entgegentritt, dennoch. Es steht daher mit den natürlichen Gesetzen nicht in Uebereinstimmung, annehmen zu wollen, daß, wenn Luft von selbst auch dann in Zimmer dringt, wenn alle Mittel zu ihrer Abhaltung angewendet werden, sie auch in denselben eingeschlossen bleiben könne; daß sie aber auch weit leichter einen Eingang finden müsse, wenn dazu, sowie auch zum Ausströmen der verdorbenen, Oeffnungen vorhanden sind.

Dennoch reden Viele den Maschinen das Wort, obgleich dieselben meist mehr oder weniger zusammengesetzt und kostbar sind. Dagegen kommen auch Fälle vor, bei denen es durchaus unmöglich ist, eine Ventilirung ohne mechanische Mittel zu bewirken. Es wurde schon oben bemerkt, daß das Emporsteigen der Luft in Essen über den Zimmerdecken in allen den Fällen erfolge, wenn die Dichtigkeit der Luft in denselben geringer sei, als die der äußern. Dieß ist aber die Meinung aller derjenigen Techniker, die Erfahrung über die Lüftung erlangt haben, und die täglichen Erscheinungen in unseren Wohnzimmern liefern auch einen genügenden Beweis davon. Wirklich kommen auch nur selten Fälle vor, wo die erforderlichen Bedingungen zu dieser natürlichen Ventilirung nicht erfüllt werden können. Im Winter hat die erwärmte Luft im Innern ganz sicher ein viel geringeres specif. Gewicht, als die kalte äußere Luft. Und selbst im Sommer, obgleich alsdann die Wärme der ausgeathmeten Luft im Innern und die Luft außerhalb der Gebäude einander mehr gleichen werden, als bei dem kälteren Wetter, findet doch eine entschiedene Differenz zu Gunsten der inneren Luft Statt. Dieß wird ganz deutlich dadurch bewiesen, daß es in einem überfüllten Gebäude viel wärmer ist, als in der freien Luft an einem warmen und ruhigen Tage. Die Körperwärme erhöht die Tem-

peratur bis zu einem gewissen Grade, die im Verhältniß zu der Anzahl der versammelten Menschen steht, und dieß, sowie die Concentrirung der Wärme in den verschlossenen Räumen, sucht das gefundene Resultat herbeizuführen.

Es können nicht allein Gebäude sehr wirksam durch die Annahme der fortwährend wirkenden Gesetze ventilirt werden, sondern es findet dabei noch der besonders günstige Umstand Statt, daß die Kosten verhältnißmäßig gering und Reparaturen kaum nöthig sind. Dieß trifft auch die gar nicht dazu erforderlichen menschlichen Hülfsleistungen. Außerdem sind diese Apparate sehr einfach und können von allen Denen leicht verstanden werden, denen in öffentlichen Gebäuden die Pflicht obliegt, den Gebrauch dieser Apparate zu besorgen. Aber es kommt auch noch ein allgemein staatswirthschaftlicher und polizeilicher Gesichtspunct hier zur Sprache. So lange nämlich die öffentliche Meinung besteht, daß die Ventilirung eine außerordentlich verwickelte Wissenschaft sei, ohne Zweifel von Wichtigkeit, aber bedeutende Kenntnisse voraussetzend, um ihre Grundsätze practisch anzuwenden, wozu außerdem große Kosten und verwickelte Maschinerien erforderlich seien, so lange wird auch die im Allgemeinen gegen diesen wichtigen Gegenstand Statt findende Apathie fortdauern. Es hält schwer, Menschen zu bereden, Geld für die Vermeidung von Uebeln auszugeben, von deren Vorhandensein und Bedeutsamkeit sie gar nicht vollkommen überzeugt, und die ihrer Meinung nach ganz anderen Ursachen zuzuschreiben sind. Hat die Idee erst Wurzel gefaßt, daß die Operationen der Ventilirung sehr kostbar seien, so liegt darin das Abschreckende ihrer Anwendung, mag man sich von ihrem Nutzen auch noch so sehr überzeugt haben.

Hat dagegen aber erst die Ueberzeugung Boden gewonnen, daß die Ventilirung im Bereich der Geschicklichkeit jedes Bauhandwerkers liegt, so wird die Folge davon sehr bald ein ganz anderes Urtheil über diesen so allgemein wichtigen Gegenstand sein. Wird alsdann noch durch wohlfeile und gute Schriften dafür gesorgt, daß sich die Menschheit von der Wohlfeilheit, Leichtigkeit und dem großen Nutzen der Lüftung überzeuge, so wird sie sehr bald eine viel ausgedehntere Anwendung finden. Ein schlagender Beweis von der Wahrheit dieser Behauptung liegt darin, daß, als der Samariter-Fonds in London die Wohnungen der ärmeren Classen mit Ventilatoren versah, eine allgemeine Nachfrage und ein allgemeines Verlangen darnach entstand. Es ist daher wirklich ein nicht unwichtiger Gegenstand der Sanitätspolizei, für eine möglichst ausgedehnte Anwendung einfacher Ventilirungsapparate in allen öffentlichen und Privatgebäuden, wo nur irgend viele Menschen zusammenwohnen, oder auch nur zeitweise beisammen sind, Sorge zu tragen. Man kann nicht behaupten, unter allen Bedingungen eine Ventilation mit den einfachsten Mitteln und ohne die Hülfe verwickelter Apparate und Maschinen bewirken zu wollen; die Ventilirung größerer Räume, der Kirchen und Bethäuser, der Schulen, der Säle für Landesversammlungen, für Geschwornengerichte, der Schauspielhäuser u. s. w. setzt natürlich ganz andere Bedingungen und andere Apparate voraus, als die einfachen Privatwohnungen.

Die Wohnungen der wohlhabenden Classen bedürfen in den meisten Fällen weit weniger der Lüftung; die Feuerungen derselben, seien es nun Kamine, Oefen verschiedener Art, oder Luft-, Dampf- und Warmwasser-Heizungen, gewähren an sich schon eine gewisse Lüftung. Besonders ist dieß der Fall bei den gewöhnlichen, in den Zimmern selbst gefeuer-

ten Oefen, indem sie eine fortwährende Luftströmung veranlassen, und umsomehr, jemehr bei kalten Tagen gefeuert wird. Weit weniger ist es mit den sogenannten Berliner Oefen der Fall, in denen man eine Brennmaterialmenge auf einmal verbrennen läßt und alsdann den Ofen verschließt, um die Wärme in ihm zu bewahren. Ja, wenn das Brennmaterial nicht gänzlich verkohlt ist, ehe man den Ofen schließt, und der Verschluß nicht sehr luftdicht ist, so dringt leicht kohlensaures und Kohlenoxyd-Gas in die Zimmer und verdirbt die Luft weit mehr, als der Athmungs- und Verbrennungsproceß. Bei den Oefen dieser Art werden sehr häufig, besonders bei Schlafenden, die eine niedrigere Luftschicht in dem Zimmer einathmen, Erstickungen herbeigeführt. Endlich sind die Wohnungen der wohlhabendern und vornehmen Classen in den meisten Fällen geräumig, es hängen stets mehre Zimmer zusammen, es finden fortwährend Luftströmungen Statt, und ein eigentliches Verderben der Luft erfolgt nur in sehr seltenen Fällen.

Die Wohnungen des gewöhnlichen Bürgers und Handwerkers, sowie die der ärmeren Classen im Allgemeinen, die Werkstätten der Schneider, Schuster, der Klempner und vieler anderer Metallarbeiter, besonders auch die der Weber, wo die Schlichte einen so großen Einfluß auf die Beschaffenheit der Luft hat, diese sind es, die ganz besonders der Ventilirung bedürfen. Aber hier hat ihre Einführung auch weit größere Schwierigkeiten und kann nur nach und nach bewirkt werden. Hier sind hauptsächlich nur die einfachsten Mittel von Erfolg, indem nur diese in den meisten Fällen angewendet werden können und durch locale Verhältnisse der gewöhnlichen Bürger- und Bauerhäuser nothwendig bedingt werden.

Nachdem wir nun den Nutzen und die Nothwendigkeit der Ventilirung näher besprochen haben,

wenden wir uns zur weiteren Betrachtung unseres Gegenstandes.

Bei der Ventilirung von Gebäuden kommen hauptsächlich zwei Dinge in Betracht, und indem davon der Erfolg der ganzen Anlage abhängt, so muß man eine große Aufmerksamkeit darauf verwenden. Diese Dinge bestehen nämlich in der Zuführung frischer Luft in das Innere der Gebäude und in der Abführung der verdorbenen aus denselben. Und hier wollen wir die Aufmerksamkeit auf die Thatsache lenken, auf welche alle erlangte Erfahrung hinausläuft, daß gar keine Möglichkeit vorhanden ist, die verunreinigte Luft aus einem Gebäude herauszuziehen, so vollkommen auch die Vorrichtungen dazu sein mögen, wenn nicht sehr viel reine Luft eingeführt wird. Ein geringes Nachdenken wird uns von der Wahrheit dieses Satzes überzeugen. Die Kraft der eindringenden Luft ist es, welche das Ausströmen der verdorbenen veranlaßt. Ohne eine Bewegung der Luft ist eine Ventilirung unmöglich. Zu allen Zeiten kann man die Tendenz zu Bewegungen in der Luft oder die Strömungen derselben wahrnehmen, und zwar stehen dieselben im Verhältniß zu den Ungleichheiten der Temperatur, mögen sie nun aus natürlichen oder andern Ursachen oder aus der Einwirkung irgend einer mechanischen Kraft entstehen. Bei der Herbeiführung der reinen Luft muß man die Quelle berücksichtigen, von welcher sie entnommen wird. Wenn viel Staub oder fremde mechanische Unreinigkeiten am Fuße des Gebäudes vorhanden sind, oder es gehen Wasserabzüge durch den Luftstrom, oder sie befinden sich in dessen Nähe, so muß er aus einiger Entfernung von dem Grunde herbeigeführt werden. Die Oeffnung zu dem Canale, welcher die frische Luft herbeiführt, liegt unter dem Kellergeschoß. In schon vorhandenen Gebäuden würde die Anlage dieser Luft-

canäle mit großen Kosten verbunden sein, weßhalb man Oeffnungen an dem untern Theil der Wände anbringen muß. Um soviel als möglich das Eindringen aller fremdartigen Theilchen von Staub 2c. durch diese Oeffnungen zu verhindern, müssen im Innern Zinkplatten mit feinen Löchern oder Pferdehaartüchern angebracht sein. Will man die frische Luft in das Innere einer Kirche führen, sowohl nach den Gängen, als auch nach den Sitzen, so müssen zu beiden Canäle geleitet werden. Diese Leitungen oder Canäle bestehen am Zweckmäßigsten aus Zink oder Eisen, wogegen hölzerne Röhren die wohlfeilsten sind. Um das Stocken der Breter zu vermeiden, muß deren Außenseite mit einem oder zwei Anstrichen eines Gemenges von Theer und Sand versehen werden, bestehend aus 3 Theilen Theer und 1 Theil Sand. Die beste Lage für diese Canäle sowohl bei Kirchen, als auch bei andern öffentlichen Gebäuden, sind die Gänge. Die Oeffnung der Canäle, durch welche die Luft eintritt, muß mit gußeisernen Gittern bedeckt werden. Man kann Gitter dieser Art auf so vielfältige Weise verzieren, daß sie den Boden auf keine Weise verunstalten. Um aber die Luft soviel als möglich bei ihrem Durchströmen durch die Gitter zu vertheilen, muß man unter diesen Gittern Siebblätter von Zinkblech, von Pferdehaaren oder auch von den Fasern der Cocosnuß anbringen, welche letztere wohlfeil und sehr zweckmäßig sind, so daß man Geflechte dieser Art von jedem Grade der Feinheit anfertigen kann. Eins muß bei diesen Gittern noch berücksichtigt werden, nämlich, daß die Gesammtheit der Oberfläche ihrer Oeffnungen ebenso groß sei, als die Oeffnungen an der Außenseite des Gebäudes zur Einführung der Luft.

An den Canälen müssen Klappen oder Register zur Regulirung des Einströmens der frischen Luft

angebracht werden. Ihre Einrichtung ist so einfach, daß wir gar nicht darüber zu reden brauchen. Wesentlich ist es, sie dicht an der Einströmungsöffnung anzubringen. Auch müssen sie gleichweit voneinander entfernt und womöglich rings um das ganze Gebäude angebracht werden, so daß, mag der Wind herkommen woher er will, ihn irgend eine von den Oeffnungen aufnimmt. Die Kraft des Windes ist durchaus nicht erforderlich, da, wie wir gezeigt, die Luft überall ihren Eintritt finden kann. Bei windigem Wetter strömt freilich innerhalb einer gegebenen Zeit weit mehr Luft ein, als bei ruhigem.

Haben wir nun im Vorhergehenden die Mittel zur Einführung frischer Luft kennen gelernt, so wollen wir jetzt unsere Aufmerksamkeit denjenigen Mitteln zuwenden, durch welche die verunreinigte Luft fortgeschafft wird. Die dazu nöthigen Apparate müssen jedenfalls an dem höchsten Puncte der Decke angebracht werden. Wie erwähnt, finden manche Architecten es am Zweckmäßigsten, die verunreinigende Luft von dem Boden der Räume wegzuführen, indem sie sagen, das kohlensaure Gas sei schwerer, als die atmosphärische Luft und müsse sich daher stets am Boden der Gebäude aufhalten. Soviel Wahrscheinlichkeit auch diese Annahme in der Theorie hat, so irrig ist sie doch in der Praxis, wie dieß aus dem oben über die Beschaffenheit der mit der Kohlensäure verunreinigten Luft Gesagten ganz deutlich hervorgeht. Jedoch wollen wir das Unrichtige der Behauptung noch durch ein recht schlagendes Beispiel beweisen. In dem zoologischen Garten in Regentspark in London wurde ein neues Haus zur Aufnahme der Affen erbaut und es wurden durchaus keine Mittel gespart, um den Bewohnern warmer Klimate einen gesunden und angenehmen Aufenthalt zu verschaffen. Unglücklicherweise fand man es aber für

zweckmäßig, die Wohnung der Affen auf dieselbe Weise einzurichten, wie die Gesellschaftszimmer eines englischen Hauses. Um die Räume für die Affen gehörig zu erwärmen, wurden möglichst nahe an dem Boden zwei Camine mit möglichst niedrigen Oeffnungen angebracht. An dem Boden waren mehre Oeffnungen vorhanden, aus denen ebenfalls warme Luft in den Raum strömte, indem rings um dieselben Warmwasserröhren gelegt waren. Zur Lüftung bei kaltem Wetter waren rings um an den Wänden, dicht am Boden, Oeffnungen angebracht und zwar unter der irrigen Voraussetzung, daß das durch die Respiration der Thiere hervorgebrachte kohlensaure Gas, da es schwerer als die übrige Luft, sich von derselben trennen und aus den unten befindlichen Räumen entweichen würde. Nachdem diese Vorrichtung getroffen worden war, brachte man ungefähr 60 gesunde Affen, von denen mehre schon einige Winter in England zugebracht hatten, in den Raum. Einen Monat darauf waren mehr als 50 Affen todt und die übrigen waren sehr krank. Daher war denn dieser nur unten offene Raum ein wahrer Tödter der Affen, wie eine umgekehrte Kaffeetasse, wenn man sie über ein brennendes Licht hält, dasselbe erlöscht. Nicht allein die Wärme von den Caminfeuern und die durch die Oeffnungen in dem Boden eintretende warme Luft, sondern auch der warme Athem und alle unreinen Exhalationen der Affen stiegen zuerst bis zur Decke des Raumes empor und vermengten sich dort sehr innig mit der Atmosphäre, und da sie nun durchaus nicht entweichen konnten, ausgenommen durch die Caminöffnungen und die Abzugslöcher an dem untern Theile des Raumes, so mußten die Affen in dem verdorbenen Raume leben, der ohne den Zutritt von frischer Luft endlich ihren Tod herbeiführte. Hätte man aber die zu ihrer Benutzung im Sommer

angebrachten Ventilirungsöffnungen in der Nähe der Decke geöffnet, so würde der Raum ein durchaus gesunder gewesen sein.

Kehren wir jetzt zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Betrachtungen zurück. Jedenfalls findet ein großer Unterschied zwischen einer flachen und einer runden oder scharf zulaufenden Decke Statt. Die Ströme der erwärmten Luft, die gegen die flache Decke stoßen, werden etwas niederwärts getrieben, ziehen sich längs derselben hin, bis sie die Abzugsöffnung erreichen. Bei einer runden oder nach Oben zulaufenden Decke ziehen sich die Luftströme nach und nach aufwärts bis nach dem Ventilator, der in diesem Falle höher ist, als irgend ein anderer Theil der Decke. Gestattet es die Beschaffenheit des Gebäudes, so muß die Oberfläche der Oeffnungen über die ganze Decke möglichst verbreitet werden. Nehmen wir, z. B., an, daß die Oberfläche der Abzugsöffnung in einer Kirche 3 □Fuß betragen solle, so werden, wenn drei Oeffnungen, jede von 1 □Fuß, an verschiedenen Puncten der Decke angebracht werden, die Gebäude rascher ventilirt werden, als wenn man nur eine Oeffnung von 3 □Fuß anbringt; man wird sich davon überzeugen, wenn man berücksichtigt, daß die verschiedenen Säulen der erwärmten Luft bei'm Aufsteigen einen weitern Weg zu machen haben, wenn sie sich sämmtlich nach einer Oeffnung zu bewegen, als wenn mehre Abzugsöffnungen vorhanden sind, von denen jede die in ihrer Nähe befindliche Luft abführt.

Wenn außer der gewöhnlichen Decke, wie es meistens der Fall ist, noch ein Dach vorhanden ist, so daß zwischen beiden ein leerer Raum bleibt, so darf die verunreinigte Luft nicht frei in denselben eintreten, denn wenn sie sich in diesem Raume verbreitet und in Berührung mit dem kalten Dache kommt, so

wird die aufsteigende Kraft der Luft sehr vermindert. Der bei fast allen Kirchen befolgte Plan, wonach sie im Dache Luken haben und in der Decke oder dem Gewölbe Oeffnungen, welche die verdorbene Luft aus den Kirchen auf den Bodenraum führen sollen, ist ebensowenig wirksam, als wenn ein Müller, statt das Wasser durch einen großen Canal auf seine Räder zu führen, es durch eine Menge enger Röhren dahin leiten und den großen Verlust durch Reibung ꝛc. nicht berücksichtigen wollte. Oeffnungen dieser Art in den Decken der Kirchen ꝛc. sind durchaus nutzlos. Jedenfalls vortheilhafter ist eine Einrichtung, bei welcher durch hölzerne oder eiserne Essen oder Röhren die verdorbene Luft aus dem innern Raume bis über den Dachforst hinausgeführt wird.

Bei der Einrichtung der Essen oder Röhren zur Abführung der verunreinigten Luft muß man Mittel treffen, um die Geschwindigkeit des Luftstromes zu reguliren. Dieselben haben eine verschiedene, aber so einfache Vorrichtung, bestehen nur in Klappen oder Registern, so daß die Erklärung ihrer Construction unnöthig sein würde.

Bei der Ventilirung von Kirchen, die mit Gallerien oder Emporkirchen versehen sind, muß man dafür sorgen, daß auch diese ventilirt werden, wohin um so mehr zu sehen ist, da die daselbst sitzenden Leute einen Theil der im untern Raume der Kirche ausgeathmeten verdorbenen Luft einathmen müssen. Die einfachste Art und Weise, diese Lüftung der Emporkirchen zu bewirken, besteht darin, daß man den Gängen gegenüber in den Wänden Oeffnungen anbringt, die bis zur vorderen Seite der Gallerien laufen. Dort sind Canäle angebracht, die unmittelbar zu Oeffnungen führen, welche am hintern Theile der Stufen vorhanden sind, die man gewöhnlich bei den Emporkirchen findet. Werden diese Vorrichtungen sofort bei

der Anlage der Emporkirchen gemacht, so haben sie weder Schwierigkeiten, noch veranlassen sie bedeutende Kosten und es kann sie jeder Zimmermann oder Schreiner leicht ausführen. Die jedesmalige Einrichtung der Emporkirchen ändert auch die Einrichtung des Lüftungsapparates. Befindet sich über den Gallerien eine flache Decke, so müssen Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft in derselben angebracht werden, jedoch können dieselben kleiner sein, als die an der Hauptdecke. Folgende Verhältnisse sind sehr zweckmäßig: Wir wollen annehmen, daß Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft vorhanden sind, deren Querschnitt eine Oberfläche von 20 □Fuß haben soll, indem dieß für eine Kirche, die 1500 Menschen faßt, ein entsprechendes Verhältniß sein wird. Nehmen wir nun ferner an, daß $\frac{2}{3}$ von den Gläubigen in dem untern Theile der Kirche bleiben, so müssen die Oeffnungen in der Hauptdecke eine Gesammtoberfläche von 12 □Fuß haben, während die 8 bleibenden für die Gallerien vertheilt werden.

Die Regeln zur Bestimmung der Querschnittsoberfläche der Abzugsöffnungen für die verunreinigte Luft einer Kirche sind die folgenden: Jedenfalls muß die Ventilirung nach der größten Anzahl von Menschen eingerichtet werden, die eine Kirche zu fassen vermag, und besser ist es immer, eine etwas größere, als eine zu geringe Ventilation anzuwenden. Vielleicht wird es am Zweckmäßigsten sein, ein Beispiel in runden Summen mitzutheilen, um zu zeigen, wie groß die Luftmenge sein muß, die in einem recht angefüllten Raume wechselt. Nach der Annahme von Tredgold sind für jedes Individuum in der Minute 4 Cubikfuß frische Luft erforderlich. Soll daher ein Raum 200 Menschen aufnehmen, so sind in demselben 800 Cubikf. nöthig, oder etwas mehr, als einen 9 Fuß im Quadrat und 9 Fuß hohen Raum aus-

füllen würde. Eine Anzahl von 400 Menschen erfordert 1600 Cubikfuß u. s. f. Manche halten 4 Cubikfuß für zu bedeutend, Andere noch für zu wenig. Jedoch dürfte Tredgold's Annahme wohl die practischste sein. Wiederholte Versuche haben gezeigt, daß ein Mensch in der Minute ungefähr 32 Cubikzoll Sauerstoff verbraucht, die durch ein gleiches Volum kohlensaures Gas aus den Lungen ersetzt werden. Nun beträgt die Sauerstoffmenge der Luft ungefähr $\frac{1}{5}$; daher wird man finden, daß die Menge, welche entweder zum Unterhalte des animalischen Lebens oder zur Verbrennung von einem Menschen untauglich gemacht wird, fast 160 Cubikzoll beträgt, und zwar ist dieß das Resultat der Respiration allein. Ein Mensch macht aber in einer Minute 20 Respirationen und athmet bei jeder derselben 40 Cubikzoll Luft ein und aus; daher beträgt die ganze Menge der in einer Minute dadurch verunreinigten Luft, daß sie durch die Lungen geht, 800 Cubikzoll. Die absolute Luftmenge, welche durch die Ausdünstung des Körpers u. s. w. zum Athmen untauglich gemacht wird, ist noch nicht genau bestimmt. Nun ist es wenigstens wünschenswerth, den Luftwechsel eines Zimmers so zu beschleunigen, als die entwickelte Feuchtigkeit dieselbe zu gleicher Zeit sättigt; und in einem Raume, der eine Temperatur von etwa 16° C. hat, muß die Feuchtigkeit, da der Körper bekleidet ist, 18 Grän nicht übersteigen, und es ist daher nothwendig, daß ein Luftwechsel von 3 Cubikfuß in der Minute und bei einem Individuum Statt finde. Durch die Erleuchtung wird durch jedes Licht $\frac{1}{4}$ Cubikf. Luft in einer Minute verunreinigt und man erhält daher im Ganzen 6416 Cubikzoll oder fast 4 Cubikfuß in einer Minute.

Da das Verhältniß des Aufsteigens der verunreinigten Luft in den zu diesem Zwecke vorhandenen

Röhren von der Temperaturdifferenz der äußeren und der in den Röhren oder im Innern des Gebäudes abhängt, so steigt die Geschwindigkeit des Aufsteigens mit der Differenz; es folgt daraus, daß es im Sommer schwieriger ist, ein Gebäude zu ventiliren, als im Winter. Unter der Annahme, daß zwischen der äußern und innern Luft im Sommer keine größere Differenz als 6—7° C. Statt finden wird, fand Tredgold folgende Regel: Man multiplicire die Menschenzahl, die ein Raum aufnimmt, mit 4 und dividire dieß Product mit der 43fachen Quadratwurzel aus der Höhe der Röhren in Fußen und es wird der Quotient die Querschnittsfläche der Ventilatorröhre sein. Unter der Höhe der Röhren ist die Höhe vom Boden des zu ventilirenden Raumes bis zu dem Puncte, wo die Luft in die Atmosphäre entweicht, zu verstehen. Wenn es mehr als eine Röhre giebt, d. h., wenn der Querschnitt der Ausströmungsöffnung, welcher durch obige Regel gefunden worden ist, dividirt und mehr als eine angebracht werden kann, so müssen die verschiedenen Luftleitungen alle eine und dieselbe Höhe haben; denn wenn dieß nicht der Fall ist, so müssen die hohen eine bedeutendere Wirkung haben, als die kurzen, und es werden auch Gegenströmungen Statt finden.

Die sämmtlichen Luftleitungen müssen wenigstens 18 Zoll über dem Forste des Gebäudes hervorspringen und so vorgerichtet sein, daß weder Wind noch Regen oder Schnee in dieselben hineinfallen können. Die Einrichtung der Schornsteinhauben ist bekannt und bedarf daher keiner speciellen Erklärung. Die Haube muß aus Zink oder Weißblech bestehen und schwarz angestrichen sein. Die Querschnitte der Oeffnungen für die Einführung der frischen Luft, wenn dieselbe durch Röhren oder Luftcanäle bewirkt wird,

muß denen zur Abführung der unreinen Luft gleich oder etwas geringer sein. Wird die Luft auf ein Mal mittelst einer einfachen Oeffnung dem Innern zugeführt, so daß sie sich von selbst ausbreitet, so muß der Querschnitt doppelt so groß sein, als der der Oeffnungen zur Abführung der verdorbenen Luft. Die in den Röhren zusammengezogene Luft wird mit größerer Geschwindigkeit einströmen, als bei einer einfachen Oeffnung und es wird dadurch die verschiedene Größe ausgeglichen.

Dieselben Erfahrungen und Regeln, welche wir hier, als für Kirchen geltend, kurz angegeben haben, finden, wie leicht erklärlich, auch auf andere öffentliche Gebäude, die einer Ventilirung bedürfen, Anwendung. Wir wollen jedoch hier noch einige Bemerkungen über die Ventilirung von Hospitälern, Kirchen 2c. folgen lassen.

Im Allgemeinen sind keine Gebäude mangelhafter ventilirt, als Kirchen. Bei kohlensaurem Gase und den Feuchtigkeiten des Athmens, bei den Verbrennungsproducten von Gas, Oel oder Kerzen, sehr bedeutende abkühlende Oberflächen der Fensterscheiben, Ausdünstungen von Todtengewölben, alles dieß veranlaßt eine bedeutende Verunreinigung der Luft. Dazu kommt auch noch in vielen Kirchen eine sehr schlecht angelegte Heizung, die ebenfalls zur Verderbniß der Luft beiträgt.

Die Ventilirung der Kirchen ist durchaus noch nicht gehörig berücksichtigt worden und doch sind es diejenigen Räume, in denen gewöhnlich viel Menschen zusammengedrängt sind und wo, wie schon bemerkt, viele Umstände zur Verunreinigung der Luft zusammenwirken. Besonders trifft dieß viele der älteren Dorfkirchen, die für jeden empfindenden Menschen einen durchaus unangenehmen Aufenthaltsort bilden. Sehr nachtheilig ist es für den Prediger, in einer

solchen verdorbenen Atmosphäre reden zu müssen und es ist daher sehr zweckmäßig, die Kanzeln besonders zu ventiliren. Dieß kann sehr leicht bewirkt werden, indem die frische Luft zwischen die doppelten Wände der Kanzel geführt wird und dann durch Oeffnungen in der inneren Wand so austritt, daß der Redner von einer gesunden Atmosphäre umgeben ist.

Die Ventilirung der Hospitäler ist von der größten Wichtigkeit. Schlecht gelüftete Krankenhäuser haben den schädlichsten Einfluß auf die dahin gebrachten Kranken; sie sind die Ursache der so leicht einreißenden typhösen Fieber in den Lazarethen verwundeter Krieger, wodurch eine Sterblichkeit veranlaßt wird, die die durch die Schlachten selbst verursachten noch bei Weitem übertrifft. Gewöhnliche Krankheiten, die bei einem richtigen Verlaufe gar keine Gefahr haben, werden in der verdorbenen Atmosphäre der Krankenhäuser oft unbedingt tödtlich.

Bei der Ventilirung der Hospitäler muß man hauptsächlich dahin sehen, daß eine große Masse von frischer Luft herbeigeführt werde; wegen der mancherlei schädlichen Ausdünstungen muß diese Luftmenge viel bedeutender sein, als die zur Ventilirung der Kirchen. Nach den gemachten Erfahrungen sind 6—8 Cubikfuß Luft für jedes Individuum nicht zu viel; die Ventilirungsröhren müssen auch viel verbreiteter und in weit größerer Anzahl vorhanden sein, als bei den Kirchen angenommen wurde, und sie müssen sämmtlich gleiche Höhe haben. Da, wo, wie es meistens der Fall ist, die Hospitäler mehre Stockwerke übereinander haben, können die Röhren zur Abführung der unreinen Luft nicht durch die Decke geführt werden, wie es bei den Kirchen der Fall war. Es müssen alsdann in den Gesimsen Oeffnungen angebracht werden, die zu Luftcanälen führen, die sich wiederum in einer weiten Röhre oder Esse auf dem

Dachboden des Gebäudes vereinigen, und es müssen die Zweigröhren in den Wänden des Gebäudes angebracht werden. Jedoch müssen diese Ableitungsröhren sämmtlich sehr dicht sein, damit die verunreinigte Luft nicht durch Spalten und Undichtigkeiten wieder in das Zimmer gelangt. Die Canäle zur Einführung der frischen Luft müssen unter den Fußböden angebracht sein und die äußern Oeffnungen derselben unter den Fenstern. Dieselben müssen mit weiten Gittern von Draht oder Zinkblech versehen sein, damit die Vögel nicht Nester in die Canäle einbauen. Die Oeffnungen in den Fußböden, durch welche die Luft in die Krankenzimmer tritt, müssen zwischen den Reihen der Betten angebracht sein; auch muß diese Luft vor ihrem Eintritt durch feine Zinkblechsiebe möglichst vertheilt werden. Es ist von großer Wichtigkeit, die frische Luft, welche den Krankenzimmern zugeführt wird, vorher zu erwärmen und es sind in anderen Capiteln dieses Werks die besten Methoden angegeben, um eine solche Luftheizung zu bewerkstelligen. Die sogenannten Water-closets oder geruchlosen Abtritte, die ebenfalls ein wesentliches Bedürfniß der Hospitäler sind, müssen besonders ventilirt werden.

Die Ventilirung der Schulen ist nicht minder wichtig, als die der bereits erwähnten öffentlichen Gebäude. Sowohl auf den redenden Lehrer, als auf den zartern Organismus der Schüler und Schülerinnen hat schlechte Luft einen sehr nachtheiligen Einfluß, weßhalb es also Pflicht des Staats und der Gemeinden ist, die Schulen gehörig zu ventiliren. Da die Schulgebäude größtentheils aus mehren Stockwerken bestehen, so muß man die Apparate ebenso einrichten wie bei den Krankenhäusern, oder auf die bei Privatwohnungen später angegebene Weise. Besonders ist ein Plan sehr zweckmäßig, wobei die Canäle für die frische Luft nicht in dem Innern der

Zimmer angebracht werden, um dort die Luft weiter zu verbreiten. Man bringt große Oeffnungen in den äußern Wänden an, deren Querschnittsoberfläche, im Verhältniß zu der Anzahl der Schüler in den Classenräumen steht und die bis in's Innere der Classen gehen; der Boden derselben liege in gleicher Höhe mit dem Fußboden. Vor jeder dieser Oeffnungen wird ein rundes Ventil von Weißblech befestigt und dieses mit einer Oeffnung zum Oeffnen und Verschließen versehen. Vor diese Ventile stelle man hölzerne Büchsen, deren Vorderseite aus einem feinen Siebe von Zinkblech oder dergleichen besteht. Die Canäle zur Ableitung der unreinen Luft werden in der Mitte des Zimmers angebracht und durch den Dachbodenraum geführt. Die untere Oeffnung der Röhren zur Abführung der unreinen Luft wird mit durchbrochenen Gittern verblendet und etwa 18 Zoll darunter eine Lampe aufgehängt, deren Verbrennungsproducte durch die Röhren abgeführt werden, die aber zugleich den wichtigen Zweck erfüllt, durch die Erwärmung und Verdünnung der Luft die Ventilirung wesentlich zu befördern.

Da dieser Ventilirungsplan nur geringe Kosten verursacht, indem dabei Canäle unter dem Fußboden und vergitterte Oeffnungen nicht erforderlich sind, so wollen wir hier eine genaue Beschreibung von der Art und Weise der Einrichtung der Ventile und Büchsen geben. Wir nehmen an, daß die Oeffnung für das Einströmen der frischen Luft in der Wand einen Durchmesser von 10 Zoll habe. Es muß daher ein starkes Weißblech von 12 Zoll Durchmesser kreisrund geschnitten und in der Mitte eine Oeffnung von 10 Zoll Durchmesser eingeschnitten werden, so daß ein 2 Zoll breiter Kranz zurückbleibt. Nun mache man einen $1\frac{1}{2}$ Zoll breiten und 10 Zoll weiten Ring ebenfalls von Weißblech, löthe die eine Kante desselben

auf den Kranz, so daß Beide rechtwinkelig aufeinander stehen. Ferner schneide man einen andern Kranz, der schwache 10 Zoll im Durchmesser hat, aus, so daß er gut in die innere Seite des Ringes paßt. Auf die eine Seite desselben löthe man einen Streifen von viereckigem Metall, welches eine Länge von 8 oder 9 Zoll haben muß. In der Mitte des Randes von dem Ringe und an zwei entgegengesetzten Seiten stoße man zwei Oeffnungen von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser aus. Dann verschaffe man sich ein Stück Draht, bringe das Ventil in den Ring, so daß die obigen Löcher mit den Oeffnungen in den Metallstreifen zusammenfallen, der auf der Oberfläche des Ventils festgelöthet ist; dann stecke man den Draht durch die obere Oeffnung und durch die entgegengesetzte Oeffnung in dem Ringe und hämmere den Metallstreifen auf dem Drahte fest. Dreht man nun den Draht, so dreht sich das Ventil auch; das obere Ende des Drahtes muß aber gebogen sein, so daß es mit dem Ventil, wenn dasselbe geschlossen ist, zusammenpaßt. Schlägt man nun Löcher in den äußern Ring, so kann das Ventil an der Wand und der Oeffnung gegenüber befestigt werden.

Die vor dem Ventil angebrachte Büchse muß aus Holz angefertigt und verziert sein. An der vordern Seite der Büchse ist ein feiner Siebboden von Zinkblech angebracht. Da die Wand, an welcher die Büchse befestigt ist, auch dicht auf dem Boden aufsteht, so werden nun die beiden Seitenwände und der Deckel von Holz angefertigt, da auch die vordere Seite aus Zinkblech besteht. Der Griff des Ventils muß durch den oberen Theil der Büchse gehen und so gebogen sein, daß, wenn das Ventil geschlossen ist, der gebogene Theil parallel mit der Wand liegt. In rechtem Winkel damit gedreht, ist das Ventil geöffnet. Man kann auch einen Zeiger und ein Zifferblatt anbringen.

Bei der Ventilirung von Theatern ist es von Wichtigkeit, zu bemerken, daß eine starke Bewegung der Luft in den mittleren Theilen einen nachtheiligen Einfluß auf die akustischen Verhältnisse hat. Die Röhren zur Ableitung der unreinen Luft aus dem Innern des Theaters müssen in der Nähe der Seiten angebracht werden, wie, z. B., hinter den Sitzreihen in den Logen rc., und die Röhren müssen sich in den Wänden befinden, oder, wenn sie außerhalb angebracht sind, müssen sie mit Verzierungen verblendet sein. Der Ventilator in der Mitte unter dem großen Kronleuchter darf nicht zu groß sein und man muß seinen Querschnitt durch leicht zu regulirende Register vergrößern oder verkleinern können. Die Logenreihen und Gallerien werden dadurch ventilirt, daß man ihnen die frische Luft von Außen in der Höhe ihrer Böden zuführt. Die Ventilirung namentlich der oberen Logenreihen und der eigentlichen Gallerie ist daher sehr leicht. Die Canäle für die unreine Luft müssen auf dieselbe Weise durch das Dach geführt werden, wie bei den Kirchen. Das Parterre muß durch kleine Oeffnungen im Boden oder durch 5—6 Zoll breite und mit Gittern versehene, die unter den Sitzen abwechselnd angebracht sind, gelüftet werden. Im Winter muß die Luft erwärmt werden können. Von der Ventilirung der Logen redeten wir schon bei der der Gallerien, allein noch zweckmäßiger ist es, die frische Luft in die Doppelwände der Logenbrüstungen zu führen, um sie durch Oeffnungen von da ausströmen zu lassen. Die Bühne muß durch Canäle zur Abführung der unreinen Luft, die an der äußern Hinterwand angebracht sind, ventilirt werden. Diese Canäle müssen mit leicht zu bewegenden Ventilen versehen sein, die sich nach Innen öffnen und in verschiedenen Höhen angebracht sein müssen. Durch dieselben werden, wenn es erforderlich ist, die Pro-

ducte der Verbrennung, wie Schüsse, Feuerwerke ꝛc., die bei theatralischen Vorstellugen häufig vorkommen, in die freie Luft abgeführt. An der Decke über der Bühne muß auch eine Lüftungsröhre angebracht und unter eigene Beaufsichtigung gestellt werden. Durch die Befolgung der erwähnten Angaben, deren Einzelheiten jedoch nach Localverhältnissen sehr verschieden sind, kann ein Theater leicht und hinreichend ventilirt werden.

Bei der Ausführung der Pläne zur Ventilirung öffentlicher Gebäude muß eins besonders sorgfältig berücksichtigt werden, nämlich die Schonung der Beleuchtung. Wir haben bereits gezeigt, daß die Luft durch die Producte der Verbrennung sehr verunreinigt wird; es ist daher nothwendig, die Producte, sobald sie verbrannt sind, sogleich abzuführen. Bei unsern Regeln zur Bestimmung des Querschnitts der Oeffnungen zur Abführung der unreinen Luft haben wir gezeigt, daß diese Ursache der Luftverderbniß berücksichtigt worden ist; und in allen Fällen, wo diese Vorschriften gehörig ausgeführt worden sind, dürfen wir nicht zweifeln, daß die Producte der Verbrennung sehr rasch abgeführt werden. Wo man aber die Kosten nicht so ängstlich zu berücksichtigen braucht, ist es zweckmäßiger, die Beleuchtung besonders zu ventiliren. Dieß erreicht man am Besten dadurch, daß man einen durchsichtigen Schirm über den Lichtern anbringt, der gar keine Verbindung mit dem Innern des zu erleuchtenden Raumes hat, sondern die Producte der Verbrennung sofort durch eine Röhre nach Außen abführt, Aus dem practischen Gesichtspuncte betrachtet, ist die dadurch veranlaßte Ventilirung der Räume hinreichend, indem die Lichter die Luft aus dem Zimmer an sich ziehen und die verdorbene abführen. Die sogenannte Bude-Beleuchtung erleuchtet die Zimmer nicht allein, sondern ventilirt sie

auch hinreichend. Wir werden unten weiter davon handeln.

Wollten wir die verschiedenen Pläne alle betrachten, die zur Ventilirung öffentlicher Gebäude vorgeschlagen worden sind, so würden wir sehr viel Platz gebrauchen und die Grenzen dieser kleinen Schrift weit übersteigen. Wir beschränken uns daher hier darauf, bloß über den von dem Engländer Chowne vorgeschlagenen Plan einige Worte zu sagen, der zur Ventilirung den Heber will. Der kürzere Schenkel eines solchen Hebers wird nämlich in den zu ventilirenden Raum geführt, während der längere Schenkel auswärts angebracht ist und die Luft abführt. Man bringe die Mündung des kürzern Schenkels da an, wo sie den Strom aufnehmen kann und führe ihn, z. B., in die Esse (in Gruben in einen Schacht), so daß Esse oder Schacht als der längere Schenkel wirken und man hat sogleich eine vollständige Circulation hergestellt. Das Bemerkenswerthe bei dieser Anwendung des Hebers besteht darin, daß er mit der Luft umgekehrt als mit Wasser wirkt, indem jene in dem kürzeren Schenkel in die Höhe steigt und in dem längeren niederfällt. Daß die Luft in der gebogenen Röhre sich zu der umgebenden Atmosphäre wie Wasser oder ein anderer schwerer Körper verhält, geht aus den erlangten Erfahrungen deutlich hervor. Ein solcher Heber ist höchst einfach und in den meisten Fällen leicht anzubringen. Leichte Gase gehen, wenn sie erwärmt sind, in dem kurzen Schenkel abwärts und steigen in dem längeren aufwärts, wo die Luftsäule kälter und schwerer ist. Will man nun die Heber zur Ventilirung öffentlicher Gebäude, z. B., einer Kirche, anwenden, so muß dahin gesehen werden, daß dem Innern eine hinreichende Menge reiner Luft zuströmt, weil dadurch die Fortschaffung der verdorbenen am Leichtesten bewirkt werden kann. Der kurze

Schenkel der Heber muß an gewissen verschiedenen Puncten in den Decken über den Seitenflügeln, so wie unmittelbar unter und über den Emporkirchen angebracht werden, während man die hölzernen Röhren, von denen wir weiter oben geredet haben, über der Decke des Hauptschiffs anbringt. Die Regeln zur Bestimmung der Oberflächenquerschnitte der Heberröhren werden auf dieselbe Weise bewirkt, wie bei den oben beschriebenen anderen Röhren.

Bei schon vorhandenen Gebäuden würde es kostbar sein, die Heberschenkel in den Wänden anzubringen, und es ist daher zweckmäßig, sie an die äußern Wände zu befestigen und durch Verzierungen zu verdecken.

Architecten werden begreifen, daß durch Annahme der oben beschriebenen Pläne nicht allein der Zweck der Ventilation der Gebäude und einzelner Zimmer derselben erreicht, sondern auch der Schwamm und die trockene Fäule des Zimmerholzes, der Fußböden ꝛc. vermieden wird. Bei dem Entwurf und der Ausführung neuer Gebäude muß daher der Architect die Ventilirung wohl berücksichtigen, da sie alsdann weit leichter und zweckmäßiger auszuführen ist, als wenn ein Gebäude ohne dieselbe aufgeführt worden; der Gegenstand ist weit wichtiger, als man im Ganzen annimmt.

Bei der Anordnung der Ventilirung, die durch einfache Oeffnungen mit Ventilen bewirkt wird, muß genau darauf gesehen werden, wie viele Menschen sich in dem Gebäude versammeln sollen, um sogleich die Anzahl und die Größe der Oeffnungen danach einzurichten, und dasselbe muß auch bei allen übrigen in der Mauer angebrachten Oeffnungen berücksichtigt werden, weil eine spätere Vergrößerung oder Verkleinerung der Oeffnungen mühsam und dem Baue nachtheilig ist.

8. Die Ventilirung von Wohnhäusern, Wohnzimmern, Kaufläden u. s. w.

Die Ventilirung kleinerer Räume hat mancherlei scheinbare Schwierigkeiten, die hauptsächlich aber nur in den verschiedenen Plänen zu suchen sind, die man zur Erreichung des Zweckes vorgeschlagen hat. Nun sind die Einzelheiten dieser Ventilirungspläne wenigstens dem Anscheine nach selbst dann verwickelt, wenn das Princip auch einfach ist, so daß viele Leute dadurch abgehalten werden, ihre Zimmer mit der so wohlthätigen Lüftung zu versehen. Dieß ist um so mehr zu bedauern, da, wie bereits erwähnt, die Lüftung der menschlichen Wohnungen ein so wichtiger Gegenstand des Haushaltes ist und die Ventilirung derjenigen Räume um so wichtiger, in denen sich der Mensch den größten Theil seiner Lebensdauer über aufhält. Wir werden nun im Folgenden die einfachsten Arten der Zimmerlüftung kurz und practisch behandeln.

Der erste Punct betrifft die Herbeischaffung der frischen Luft und es muß eine besondere Aufmerksamkeit auf die Quelle verwendet werden, von der man sie entnimmt. Gar zu häufig ist in Folge der mangelhaften Beschaffenheit der Abzugscanäle und der Cloaken die Luft in der Nähe unserer Wohnungen sehr verunreinigt. Ist dieß der Fall, so muß die Luft, mit welcher wir unsere Wohnungen ventiliren wollen, aus größerer Entfernung herbeigeholt werden.

Um die Häuser mit Luft zu versehen, giebt es zwei Methoden, durch welche dieß bewirkt werden kann: entweder den Flur oder die sogenannte Halle und den Treppenraum mit vieler frischer Luft, oder jedes einzelne Zimmer mit der für dasselbe erforderlichen Menge Luft zu versehen. In allen Fällen, wo architectonische Rücksichten es gestatten, ist der letztere

Plan am Meisten zu empfehlen. Bei der erstern Methode läuft man wegen der Menge der Strömungen, welche durch Thüren und Fenster Statt finden, die mit dem Treppenhause in Verbindung stehen, Gefahr, daß ein Zimmer mehr gelüftet wird, als das andere, ja manches gar nicht. Dieß ist, z. B., sehr leicht der Fall, wenn das Gesellschaftszimmer seinen Bedarf an frischer Luft von einem benachbarten Zimmer erlangt, aus welchem die frische Luft leichter einströmen kann, als aus dem Flur oder der Halle. Bei sehr großen Wohngebäuden, Palästen oder Schlössern läßt sich übrigens die erste Methode am Leichtesten anwenden.

Wir wollen zuerst die Art und Weise betrachten, jedes Zimmer unabhängig von dem andern zu lüften. Man bringe eine Oeffnung von hinreichender Größe, berechnet auf die oben angegebene Weise, in der äußern Mauer unter dem Fenster an. Um dem Ansehen nicht zu schaden, muß die erforderliche Oberfläche in möglichst gleiche Theile getheilt und es müssen correspondirende Oeffnungen in der Wand angebracht werden; die beste Form ist ein Oblongum von circa 6 Zoll Länge und 1 — 1½ Zoll Breite. Man muß diese Oeffnungen an der Außenseite mit Siebböden von Zinkblech bedecken. Da wo diese Oeffnungen mit dem Innern des Zimmers in Verbindung stehen, muß das Panneel mit Löchern versehen sein, die man entweder ebenfalls mit Siebböden oder Haartuch bedeckt, oder offen läßt. Auch kann man die Luft mitten in's Zimmer führen, etwa da, wo eine Tafel steht, unter welcher man in dem Fußboden Löcher anbringt. Ist das Zimmer mit einem Teppich versehen, so dient derselbe zur Verbreitung der Luft. Wird ein Haus erst angelegt, so kann der Architect sehr leicht Canäle im Innern der Wände anbringen, welche die Luft nach jedem beliebigen Orte zu führen vermögen, wie wir bereits früher sahen.

Da, wo sich aber ein solcher Plan nicht durchführen läßt, kann man den folgenden annehmen. Aus dem Fenster, welches von dem Ofen am Entferntesten liegt, nimmt man einen obern Flügel heraus und ersetzt ihn durch einen feinen Siebboden von Zinkblech oder durch fein durchbohrte Glasscheiben, die jetzt zu diesem Zwecke angefertigt werden.

Um weißblecherne Fensterventilatoren herzustellen, werden stumpfwinklig gebogene Weißblechstreifen von der Länge wie die Breite der Fensterscheibe, die aus dem Flügel herausgenommen worden ist, eingelegt. Die senkrechte Höhe der Streifen läßt man ungefähr $\frac{1}{4}''$ und die schräg nach aufwärts laufende Breite etwa $\frac{3}{8}''$ betragen. Man kann aber auch die horizontalen Streifen nach abwärts biegen und hängt dieß davon ab, wie man den Wind in Räume, welche ventilirt werden sollen, einströmen lassen will.

Führt man den Fluren oder Treppenhäusern großer Häuser oder Paläste frische Luft zu, von wo aus alsdann alle Zimmer gelüftet werden, so muß man nur dahin sehen, daß eine hinreichende Menge Luft dort angehäuft wird. Kann diese erwärmt werden, so ist dieß ein wesentliches Beförderungsmittel der Ventilirung. Die Luft muß am Boden des Flurs oder Treppenhauses einströmen, wozu das Wandgetäfel, welches man zu dem Ende mit Löchern versehen kann, die man offen läßt, oder mit Siebböden von Zinkblech bedeckt, sehr zweckmäßig ist. Wird das Treppenhaus von Oben durch eine Glaskuppel beleuchtet, so muß dieselbe sorgfältig verschlossen bleiben. Der in solchen Fällen zu erreichende Zweck besteht darin, jedes Zimmer mit den Mitteln zu versehen, die verbrauchte und verunreinigte Luft wegschaffen und dagegen eine erforderliche Menge reiner Luft aus dem Hauptmagazine herbeiführen zu können; nur dadurch allein kann eine gehörige Ventilirung der

Zimmer erreicht werden. Hätte die Glaskuppel der Treppenhäuser Oeffnungen, so würde dadurch ein sehr mächtiger Zug nach Aufwärts veranlaßt und der Zug der Luft in die Zimmer würde sehr verzögert, wo nicht gänzlich aufgehalten werden. Hin und wieder hat man den Vorschlag gemacht, die verunreinigte Luft durch Oeffnungen in der Treppenhauskuppel oder auf eine ähnliche Weise zu entfernen. Nun ist es aber einleuchtend, daß die Wirkung einer solchen Anordnung, unserer Meinung nach, so zu sagen, ein beständiger Kampf zwischen den Strömungen der frischen Luft, welche Zutritt zu den Zimmern zu erlangen suchen würden und zwischen dem starken Zuge nach den Oeffnungen in der Treppenkuppel, wodurch die Strömungen nach den Zimmern geschwächt werden müßten, sein würde. Ohne allen Zweifel werden die Ströme der frischen Luft durch den untern Theil der Zimmerthüren rc. eindringen, während die verunreinigte Luft durch den obern Theil ausströmen wird und zwar sicher von einander getrennt; dennoch würden aber, wie schon bemerkt, die natürlichen Strömungen der frischen Luft in diesem Falle wesentlich verzögert werden. Es ist also ganz einleuchtend, daß in den Kuppeln der Treppenhäuser keine Oeffnungen vorhanden sein müssen. Eine Lüftung des Hausflurs oder Treppenhauses, kurz der Magazine der frischen Luft, ist gar nicht nöthig, da sie durch die Lüftung der mit ihr verbundenen Zimmer hinlänglich bewirkt wird. Die Zimmer müssen nothwendig mit Ventilirungsapparaten zur Abführung der verunreinigten Luft versehen sein und es wird durch dieselben eine ununterbrochene Strömung unterhalten werden; die Zimmer entnehmen ihren Bedarf an frischer Luft aus dem Flur, Treppenhause rc., während sie auch zu gleicher Zeit die benutzte Luft derselben abführen.

Bei einem solchen Ventilirungssystem ist jedoch eine Gefahr vorhanden, welche bei größeren Häusern sehr leicht eintritt. Diese besteht darin, daß, wenn nicht jedes Zimmer gehörig ventilirt wird, die verunreinigte Luft aus demselben Zutritt zu dem Centralmagazin erlangt, sobald die Thür geöffnet ist, wodurch die Luft in dem Magazine verdorben wird. Auch werden manche Zimmer, sobald sie stärkere Ventilirungsapparate haben, ihren Bedarf aus einem andern Zimmer entnehmen, welches den Beweis liefert, daß das Hauptmagazin einen großen Vorrath aufnehmen müsse. Besteht ein solches großes Wohnhaus aus mehren Stockwerken, so muß ein jedes für sich getrennt mit frischer Luft versehen werden, sobald die Treppe eines jeden Stockwerkes von dem des andern getrennt und nicht eine große Treppe für alle Stockwerke vorhanden ist. Dieß wird dadurch bewerkstelligt, daß man in den äußern Wänden Oeffnungen anbringt und den Corridor einer jeden einzelnen Etage mit frischer Luft versieht. Die Oeffnungen, wodurch man jedem einzelnen Zimmer die frische Luft zuführt, müssen dicht am Boden und hinter dem Getäfel angebracht sein, welches alsdann, wie schon wiederholt bemerkt, mit durchlöchert sein muß; oder auch, man läßt die frische Luft auf die ebenfalls schon angegebene Weise in die Mitte des Zimmers ausströmen.

Aus dem Gesagten wird hervorgehen, daß das Verfahren, jedes Zimmer für sich zu ventiliren, weit zweckmäßiger ist, als eine allgemeine Lüftung von dem Treppenhause aus. Die auf diese Weise ventilirten Zimmer und übrigen Räume werden nur so viel Luft aufnehmen, als sie nöthig haben und werden nie entgegengesetzten Einflüssen unterworfen sein. Bei diesem Systeme müssen die Treppenhäuser speciell ventilirt werden, indem man die frische Luft auf dem Flur auffängt und in der Glaskuppel oder in deren Nähe

eine Oeffnung zur Abführung der verunreinigten Luft anbringt. Man muß dahin sehen, daß der aufsteigende Strom ungehindert und leicht Statt finde.

Das Nächste, was wir nun zu betrachten haben, ist die Abführung der benutzten Luft aus den Zimmern. Dazu kann man sehr zweckmäßig ein Ventil anwenden, wobei nur dahin zu sehen ist, daß man dasselbe passend anbringe. Es besteht aus einer quadratischen eisernen Röhre, von 3—6 Zoll Durchmesser und so lang, daß die äußere Oeffnung mit der Zimmerwand in gleicher Linie steht, während die andere in das Camin tritt. Gewöhnlich sind diese Röhren oder Büchsen 4—6″ lang. Die in das Zimmer tretende Oeffnung ist mit irgend einem Gitterwerk versehen, hinter welchem ein gewöhnliches geöltes seidenes Zeug hängt, welches als Ventil wirkt, so daß die warme und verdorbene Luft in das Camin strömen kann, wogegen Rauch in das Zimmer zu dringen verhindert wird. Die Anlagekosten eines solchen Ventils übersteigen 1 Thaler nicht. Die vortreffliche Wirksamkeit eines solchen Ventils hat sich durch vielfache Beobachtungen hinlänglich bestätigt. In England wendet man sie sowohl in Wohn- als auch in Schlafzimmern sehr häufig an.

Man fertigt die Ventile aber auch von dünnem Metallblech an und hängt sie so auf, daß sie sich bei dem leisesten Hauche bewegen. Freilich sind Ventile dieser Art etwas kostbarer, kosten aber dennoch kaum 2 Thaler. Auf einen dichten Schluß der Ventile muß hauptsächlich gesehen werden, damit kein Rauch in das Zimmer dringe. Wenn sich die Ventile auch in ungeheizten Zimmern nicht so leicht öffnen, so ist es doch jedenfalls der Fall, wenn in dem Camine oder dem Ofen Feuer befindlich und die Luft in der Esse recht verdünnt ist.

Der berühmte Tredgold führt folgendes System zur Fortschaffung der verdorbenen Luft an: Wenn ein umgekehrter Heber mit dem einen Schenkel in den Camin gelegt wird und zwar so nahe an das Feuer, daß die Luft in diesem Schenkel wärmer sein wird, als in dem andern, so wird eine Bewegung Statt finden; denn es wird die Luft in dem warmen Schenkel und von diesem aus in der Esse in die Höhe steigen und in dem kalten Schenkel wird eine abwärts gehende Strömung der in dem Raume befindlichen Luft Statt finden. Um der Anwendung dieses Princips einen guten Erfolg zu sichern, muß die Mündung der Röhre an der Zimmerdecke angebracht sein; der unterste Theil der Curve muß sich, so viel als möglich, unter dem Puncte befinden, wo die Feuerung Statt findet und die Oeffnung, durch welche die Luft in die Esse strömt, muß eine solche Form haben, daß der Ruß nicht in die Röhre niederfallen kann; ebenso muß die Mündung auch mit einem Register versehen sein, um die Röhre zu verschließen, oder um die Ventilirung zu reguliren.

Die neue Art der Zimmerventilirung, worauf Chowne in England patentirt worden ist und welche wir oben beschrieben haben, steht im directen Gegensatz zu dem Tredgold'schen Plane. Die einzige Wirkung derselben würde die sein, den Rauch in dem kurzen Schenkel niederzuführen und durch den langen in den Raum, welches aber etwas sehr Unerwünschtes ist. Wenn unsere Leser sich dessen erinnern, was wir oben über diesen Plan gesagt, so werden sie finden, daß, soviel auch der kurze Schenkel erwärmt werden mochte, die aufsteigende Strömung in dem langen Schenkel doch fortdauerte. Aus den gelungenen Versuchen, welche angestellt worden sind, und wegen der Thatsache, daß das Princip bei der Ventilirung von Gebäuden wirklich mit Erfolg angewandt worden ist,

halten wir es für angemessen, unter gewissen erleichternden Umständen einen Versuch mit der Erfindung Showne's anzustellen.

Als eine wirksame Modification des Arnott'schen Princips können wir die Annahme des folgenden Planes empfehlen. Es hat oft besondere Schwierigkeiten, das Ventil richtig aufzuhängen, und demnach ist es nicht ganz zu vermeiden, daß der Rauch in den Raum gelange. Mit der obigen Vorrichtung macht es gar keine Schwierigkeiten, den Rauch von den Zimmern abzuhalten. Man bringe in der Zimmerwand 6″ unter dem Gesims und über dem Ofen oder dem Camin eine Oeffnung an, deren Größe im Verhältniß zu der des Zimmers steht; man messe von der äußern Kante der Oeffnung bis zu einem Puncte, der so nahe als möglich der Mitte der Essenröhre liegt. Darauf richte man eine Röhre von Weißblech vor, der man die gemessene Länge giebt, und über dem in der Esse befindlichen Ende bringe man eine Haube an. Die Oeffnung in der Wand muß groß genug sein, daß die Röhre mit ihrer Haube durchgesteckt und in die Esse geführt werden kann, und wenn das andere Ende mit der Wand in einer Fläche liegt, so schiebe man eine Messing- oder Weißblechplatte, die verziert ist, darüber und verstreiche die Kanten luftdicht, so daß die Verbindung zwischen dem Zimmer und dem Camin nur durch die Röhre Statt finden kann. Ueber die Röhrenöffnung wird irgend eine Verzierung angebracht, um dieselbe zu verblenden. Die benutzte Luft entweicht alsdann aus dem Zimmer nach dem Camin. Wird der Rauch in dem Camine abwärts getrieben, so kann er nicht füglich in die Röhre eintreten, da er von der übrigen Haube abgelenkt wird.

Die zum Ansaugen der verdorbenen Luft in den Zimmern beschriebenen Ventilatoren werden am Wirk-

samsten sein, wenn sie mit einem Camin oder einem Ofen, in welchem ein Feuer unterhalten wird, in Verbindung stehen. Jedoch kann dieß im Sommer, wo die Ventilirung sehr nothwendig ist, nicht der Fall sein. Ist aber das Zuströmen frischer Luft zweckmäßig angeordnet, so braucht man nur die weiter oben beschriebenen Hängeventile zu öffnen, worauf sofort eine aufwärts gehende Luftströmung in dem Kamine Statt finden wird. Auf diese Weise erreicht man auch im Sommer eine hinlängliche Ventilirung und es wird die beschriebene Röhre ohne irgend eine Veränderung wirken. Chowne's Ventilator wird im Sommer ebensogut wie im Winter wirken.

Wir theilen noch einen andern Plan zur Zimmerventilirung mit, der bereits bei mehren Landhäusern mit gutem Erfolg ausgeführt wurde, der aber sogleich zur ersten Anlage des Gebäudes gehört. An der Decke des Zimmers wird über dem Gesims eine enge Oeffnung angebracht und diese steht mit einem Canal in Verbindung, der zwischen der Zimmerdecke und dem Boden des oberen Stocks zwischen den Balken liegt; der Canal wird in die freie Luft hinausgeführt. Die frische Luft wird durch Oeffnungen im Getäfel oder im Fußboden des Zimmers auf die oben beschriebene Weise eingeführt. Diese Ventilirung hat einige practische Schwierigkeiten, allein wenn sie sofort bei'm Aufbau des Hauses ausgeführt wird, so ist sie wenigstens nicht theurer als jede andere Ventilirung.

In Privatwohnungen ist Schonung des Geleuchts ein sehr wesentlicher Punct. Verbrennt man Gas, so müssen die Producte der Verbrennung sofort abgeführt werden; wo Kerzen und Oellampen benutzt werden, führt man die Verbrennungsproducte durch die Ventilirung ab. Alle sogenannten Kronleuchter aber, die unveränderlich an einem festen Punct an der Decke aufgehängt sind, müssen mit Mitteln zur so-

fortigen Abführung ihrer Verbrennungsproducte versehen sein. Diese Verbrennungsproducte sind im höchsten Grade nachtheilig für das thierische Leben und es ist daher sehr wünschenswerth, sie ebensogut abführen zu können, wie die Verbrennungsproducte unserer Camine und Oefen. Da, wo die Beleuchtung eines Zimmers die gewöhnliche ist, d. h., wo sie aus Kerzen oder Lampen besteht, erzeugt sich so wenig Kohlensäure und Feuchtigkeit, daß eine besondere Abführung derselben kaum nöthig ist. Gut gereinigtes Gaslicht entwickelt ebensowenig schädliche Substanzen während seiner Verbrennung wie Wachs-, Talg- und Stearinkerzen oder wie gut eingerichtete Oellampen; allein wegen seiner Wohlfeilheit als Beleuchtungssubstanz wendet man gewöhnlich viele Flammen zur Beleuchtung an, wenn man damit andere Lichtarten ersetzen will. Ferner gelangt in alle mit Gas beleuchteten Räume eine größere oder geringere Menge von unverbranntem Gase und dieß hat eine nachtheilige Einwirkung, wenn das Zimmer nicht besonders ventilirt ist. Eine andere Eigenthümlichkeit der Gasbeleuchtung besteht darin, daß es auch dann noch fortbrennt, wenn die Atmosphäre mit Kohlensäure, Feuchtigkeit und Stickstoff überladen ist, während gewöhnliche Oellampen und Kerzen nur noch schlecht brennen. Da dieß nun bei der Zimmerbeleuchtung stets eine Anzeige von der schlechten Beschaffenheit der Luft giebt, so ist dieß ein wohl zu beachtender Umstand. Auch die Beschaffenheit des Gasbrenners hat eine Einwirkung auf die Dauer der Flamme in der verdorbenen Luft. Der Grund dieser Eigenthümlichkeit der Gasflamme ist sehr einleuchtend, wenn wir berücksichtigen, daß eine gewöhnliche Gaslampe mit bereits gebildetem Gase versehen ist, während Oel und Kerzen auch zur Erzeugung des Gases Hitze erfordern, die außerdem zur Verbrennung des Gases nöthig ist.

Alle durch Oellampen oder durch Kerzenlicht verunreinigte Luft geht, wenn ihre Bewegungen nicht durch locale Strömungen beschränkt sind, direct zur Decke des Zimmers, und indem nun aufeinander folgende Theile wärmerer Luft sie verdrängen, strömt sie wieder abwärts, und indem sie von frischen Luftströmen, die durch Thüren und Fenster eindringen, aufgenommen wird, geht sie den Oefen oder Caminen oder jedem andern offenen Feuer zu. In den oberen Räumen der Zimmer kann daher eine durch die Producte der Verbrennung sehr verunreinigte Luft existiren, während es in den unteren Schichten durchaus nicht der Fall ist.

Wenn nun eine oder einige Kerzen oder Lampen in einem gut ventilirten Zimmer gebraucht werden, so werden die den oberen Luftschichten zugeführten Verbrennungsproducte durch die Ventilatoren abgeführt. Dieß kann auch mit den Gaslustres oder Kronleuchtern der Fall sein, die an der Decke aufgehängt sind; allein es ist von Wichtigkeit, daß dieselben, besonders wenn sie viele Flammen enthalten, mit besonderen Ventilatoren versehen sind, da sich eine bedeutende Hitze entwickelt und die strahlende Wärme so bedeutend ist, daß sie die Temperatur des Zimmers erhöht, selbst wenn die Verbrennungsproducte sehr vollständig abgeführt werden. Eine einfache Methode, einen solchen Lustre zu ventiliren, besteht darin, daß man über der Hauptröhre des Leuchters eine Haube von gleichem Umfang mit dem, den die Arme des Leuchters, welche die Flammen tragen, beschreiben, anbringt, durch welche die erhitzte Luft aufgefangen und in einer an ihr befindlichen Röhre abgeführt wird. Diese Röhre geht über der Decke weg und führt zu der Esse, oder zur Kostenersparung wird sie an der Decke außerhalb entlang geführt und mit Verzierungen verblendet. Die Haube kann ebenfalls sehr leicht verziert werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Ventilirung der Gaslampen für Kaufläden: Gold- und Silberarbeiter vermeiden dadurch das Anlaufen, Seidenwaarenhändler das Verschießen der Farben, sogenannte Kurzwaarenhändler das Rosten des Eisens und Stahls, sowie das Anlaufen des Messings. Röhren der obigen Art müssen überall angewendet werden und besonders dürfen die Gaslichter in den Läden der Bäcker, Fleischer und Materialhändler nicht ohne dieselben sein.

Wir wollen hier eine einfache und wohlfeile Vorrichtung kurz angeben, die in jedem Laden mit Vortheil angebracht werden kann. Giebt es keinen Luftabzugscanal, welchem die Producte der Verbrennung von der Lichtflamme zugeführt werden können, so bringt man an der Decke eine Röhre an, welche den Schwalch aller Flammen aufnimmt und aus dem Laden herausgeführt werden kann. Befindet sich die äußere Oeffnung dieser Röhre an der vorderen Seite eines Hauses, so muß die Oeffnung durch eine Verzierung verblendet werden.. Kann man dagegen die Röhre nach der hintern Fronte führen, so versieht man ihre Mündung mit einer Kappe. Man kann aber auch diese Abzugsröhre der nächsten Esse zuführen.

Die Lichter, die zur Erleuchtung der Ladenfenster angewendet werden, veranlassen viel Rauch, der sehr nachtheilig auf die zur Schau gestellten Gegenstände einwirkt. Auch dieser Uebelstand kann durch zweckmäßig angebrachte Glasventilatoren der Fenster beseitigt werden.

Bei der Ventilation von Werkstätten, in denen in der Mitte oder an einem andern Punct ein Ofen angebracht ist, muß demselben Luft zugeführt werden, die mit der zur Ventilirung des Zimmers nothwendigen in keiner Verbindung steht; und der Röhre, welche den Rauch und die heiße Luft aus dem Ofen abführt, kann sowohl die Ventilatorröhre von dem

Zimmer, als auch von den Lampen zugeführt werden. Die Oefen mancher Werkstätten, z. B., der Klempner, Kupferschmiede ꝛc., werden so gut im Winter wie im Sommer gefeuert und dadurch wird die Ventilirung sehr befördert. Die Gasflammen zur Erleuchtung der Werkstätten müssen stets mit Röhren und Trichtern versehen sein, mittelst deren die Verbrennungsproducte abgeleitet werden. Die weiter oben beschriebenen Vorrichtungen können meistentheils und zu geringen Anlagekosten angebracht werden. Da die Arbeiter die Ventilatoren in Folge eines Vorurtheils gegen dieselben verschließen, so muß man die daraus entstehenden nachtheiligen Folgen durch die nachstehende Vorrichtung zu vermeiden suchen. Man führt von außerhalb her eine Röhre durch den Camin oder den Ofen, erhitzt die mittelst der Röhre einströmende kalte Luft und läßt diese erwärmte frische Luft in den Raum einströmen, daß die Arbeiter nicht dazu gelangen können.

Es kann diese Röhre auch unter den Fußboden auslaufen, indem die Oeffnungen mit Gittern versehen sind, so daß sie an beiden Enden mit Luft gespeis't werden. Auf diese Weise werden die Werkstätten ventilirt, ohne daß die Arbeiter oder wenigstens die Meisten von ihnen es gewahr werden. Da von allen Seiten her Luftströmungen entstehen, da sie in die Esse aufwärts geführt werden, so wird auch der Raum um so leichter überall von der unreinen Luft befreit.

Es lassen sich gegen diesen Plan der Ventilirung, der namentlich in den englischen Werkstätten einen häufigen Eingang gefunden hat, mehre sehr wesentliche Einreden machen. Wäre er ganz richtig, so würde man in allen Zimmern mit Caminfeuern, in allen Werkstätten, z. B., der Schlosser und Schmiede, in denen Essen vorhanden sind, eine gute Ventilirung finden. Dieß ist aber durchaus nicht der Fall; denn da die Feuer ihre Luft stets von Unten wegnehmen,

so üben sie selten einen Einfluß auf die Zone der Respiration aus. Dieß ist freilich sehr gut; denn wäre es nicht der Fall, so würde ein sehr nachtheiliger Einfluß darin bestehen, daß die um das Feuer Herumsitzenden gerade die schlechteste Luft einathmen müßten. Es ist daher nothwendig, daß mit Caminen die oben erwähnten Ventile verbunden werden.

Eine sehr große Sorgfalt muß auf die Ventilirung der Schlafzimmer verwendet werden, um so mehr, da dieser Gegenstand sehr im Argen liegt. Gewöhnlich sind sie klein und daher sehr ungesund, wenn sie nicht gehörig gelüftet werden können. Dazu kommt, daß die Schlafzimmer Nachts gewöhnlich dicht verschlossen und wenigstens sehr viele Betten mit Vorhängen umgeben sind. Die Folge davon ist, daß die Bewohner einen bedeutenden Theil der Nacht und folglich ihres ganzen Lebens unreine Luft einathmen. Aus den üblen Gerüchen in einem Schlafzimmer, die man des Morgens wahrnimmt, geht die Nothwendigkeit einer Ventilirung der Schlafzimmer sehr deutlich hervor.

Die Mittel zur Abhülfe dieses Uebels sind sehr leicht. Will man die gewöhnlichen Mittel nicht anwenden, so genügt das Folgende um so eher, da in die meisten Schlafzimmer die frische Luft am Tage durch die offenen Fenster frei einströmen kann. In England, wo man überall Schiebfenster hat, läßt man eines derselben nicht ganz herab und setzt in diesen offen gelassenen Theil einen 8—9 Zoll breiten und mit dem Fenster gleich langen, durchlöcherten Zinkblechstreifen ein. Es muß jedoch dahin gesehen werden, daß ein solches Fenster nicht gerade neben oder über dem Bett befindlich sei; auch dürfen keine dicken Vorhänge angewendet werden.

Nachdem wir nun in dem Vorhergehenden die wirksamsten und am Leichtesten herzustellenden Venti-

lirungsvorrichtungen kennen gelernt haben, wollen wir schließlich nur noch empfehlen, bei jeder passenden Gelegenheit Thüren und Fenster zu öffnen, um frische Luft einzulassen. Die dadurch veranlaßten Strömungen sind der Gesundheit nur zuträglich; und was man über die Nachtheile des Zuges vorgebracht hat, ist zum Theil übertrieben, ja sogar Unsinn, da derselbe gewöhnlich nur bei einzelnen Individuen nachtheilig wirkt, bei den Meisten aber nicht. In warmen Ländern, z. B., in Indien, gehört der Zug zu den wahren Lebensbedingungen der Menschen. Setzt man den Körper nach und nach den Einwirkungen des Zuges aus und sieht man dahin, daß man nicht transpirirend oder sehr heiß in die Zugluft komme, so hat sie nur vortheilhafte und nicht nachtheilige Wirkungen auf die Gesundheit. Krankhafte Naturen, besonders mit Rheumatismus und Gicht geplagte, müssen freilich die Zugluft möglichst vermeiden. Kopfschmerzen, häufig die Folge des Aufenthaltes in unreiner Luft, werden sehr leicht durch Zugluft geheilt.

Viertes Capitel.

Die Heizung und Ventilirung einiger öffentlichen Gebäude.

Das Gefängniß Mazas.

Der Erwärmungs- und Ventilirungs-Apparat des Gefängnisses mußte vor dessen Erbauung von einer dazu ernannten Commission projectirt werden. Dem Entwurfe nach, sollte es aus einem Hauptgebäude bestehen, von welchem, als gemeinschaftlichem Mittelpunct, sechs Flügel ausliefen, kurz wie Fig. 1 auf Taf. I. zeigt.

Nach dem Entwurfe von Duvoir-Leblanc bestand der Heizungsapparat aus sechs Warmwasserkesseln, die unter der Centralrotunde angebracht werden sollten, und für jedes Zellengebäude oder jeden Flügel sollte einer dienen. Jeder Corridor sollte acht Oefen mit warmem Wasser, die unter dem Fußboden angebracht worden waren, enthalten; jeder Ofen stand mit dem Kessel durch zwei Röhren in Verbindung,

von denen die eine zur Herbeiführung des warmen und die andern zur Zurückführung des kalten Wassers zum Kessel diente. Die äußere Luft sollte dadurch erwärmt werden, daß sie um die Oefen circulirte; sie sollte durch eine Oeffnung in den Corridor einströmen. Die erwärmte Luft der Corridore erwärmte die der Zellen durch eine Circulation, die durch zwei, am Boden und an der Decke, angebrachte Oeffnungen bewirkt wurde. Die Zellen des Erdgeschosses sollten durch die Oeffnungen erwärmt werden, die von dem Luftcanal ausgingen, der die Oefen umgiebt. Die Rotunde sollte durch einen Warmwasserofen erwärmt werden, der in der Mitte derselben stehen sollte, sowie auch durch den Rauch der Kessel, der, ehe er in die Esse strömte, einen Canal durchstrich, der am Boden angebracht und mit gußeisernen Platten bedeckt war. Die Lüftung einer jeden Zelle sollte durch einen Canal bewirkt werden, der in den Seitenwänden der Zelle angebracht war und unten mit einem kleinen Kasten in Verbindung stand, der das Nachtgeschirr enthielt und auf dem Bodenraum mit einem horizontalen blechernen Rohr in Verbindung stand, welches in eine Esse ausmündete, die einen Warmwasserofen enthielt. Solcher Ansaugeessen waren zwölf vorhanden. Die Ventilation der Zellen im Erdgeschosse sollte durch Röhren bewirkt werden, die in dem Boden angebracht waren und mit dem Aschenfalle der Oefen in Verbindung standen.

Der Entwurf des Hrn. Grouvelle beruhte, wie der des Hrn. Duvoir-Leblanc, auf der Circulation des warmen Wassers, allein Hr. Grouvelle wendete als Transmissionsmittel der Wärme Dampf an, welcher in drei Kesseln erzeugt wurde, die in dem Kesselgeschosse der mittleren Rotunde aufgestellt waren. Am Ende jedes Stockwerks der Zellengebäude war ein senkrechter blecherner, mit Wasser

angefüllter Cylinder aufgestellt. Das Wasser wurde durch Dampf erwärmt, der in einem Schlangenrohre circulirte. Eine gußeiserne Röhre, die von dem obern Theile des Cylinders auslief, circulirte in einem Canal, der unter dem Gange der verschiedenen Stockwerke und unter dem Boden des Erdgeschosses angebracht war und sich wieder mit dem Cylinder verband, jedoch mit dem untern Theile. Der Canal war, je nach den Verlängerungen der Mauern und nach der Trennung der Zellen, von Querscheidern unterbrochen; jede Abtheilung stand mit dem Aeußern durch einen kleinen Canal in Verbindung, der im Boden der Zelle angebracht war und mit der Zelle selbst durch einen andern Canal, der sich in einer geringen Entfernung vom Boden öffnete. Die Luft aus jeder Zelle entwich, nachdem sie den Kasten, der das Nachtgeschirr umschloß, durchströmt hatte, durch einen senkrechten Canal, der unter dem Dach in einen gemeinschaftlichen Canal auslief. Derselbe ging am Ende des Gebäudes abwärts und endigte in dem Aschenfall eines Heerdes, der seinerseits mit einer stark ziehenden Esse in Verbindung stand. Die Verwaltungsgebäude wurden durch Warmwasseröfen erwärmt, in denen eine Circulation von Dämpfen Statt fand.

Der Entwurf des Hrn. *Duvoir-Leblanc* wurde aus vielen Gründen verworfen, von denen wir die folgenden hauptsächlich erwähnen: 1) Um die Zellen mit warmer Luft zu erwärmen, war es erforderlich, die Dimensionen der Verbindungsöffnungen im Voraus zu kennen, da sie in den Mauern ausgespart werden müssen, allein es war deren Berechnung unmöglich. 2) Wäre aber auch diese Schwierigkeit überwunden, so würde die Erwärmung der oberen Stockwerke immer viel bedeutender gewesen sein, als die der unteren. 3) Die Erwärmung der Zellen mit der Luft der Corridore würde den Detinirten stets

nur eine verdorbene Luft gewährt haben. 4) Die Ventilation des Erdgeschosses durch den Ofenheerd würde stets eine sehr unregelmäßige gewesen sein. 5) Die zwölf Essen, die mit den Warmwasseröfen erwärmt werden sollten, würden nur eine geringe Wirksamkeit gehabt haben und man konnte die Ventilation weder täglich reguliren, noch controliren, indem die Anemiometer nur an den Oeffnungen der Essen angebracht und nur durch Leitern zugänglich gewesen sein würden. — Der Entwurf des Hrn. Grouvelle wurde mit gewissen Abänderungen angenommen, wobei die in einer Zelle der Conciergerie angestellten Versuche die Elemente gegeben hatten. Die Resultate dieser Versuche waren nachstehende:

Vertreibung des Geruchs. — Wiederholte Versuche haben gezeigt, daß bei den angenommenen Einrichtungen 6 Cubikmeter Luft in der Stunde unzureichend waren, um die Atmosphäre in den Zellen frei von jedem unangenehmen Geruch zu machen. Dagegen waren 10 Cubikmeter vollkommen hinreichend. Es wurde dabei auch gefunden, daß die Nachtgeschirre stets mit Wasser angefüllt gehalten werden müssen, da die festen Excremente stets einen sehr schlechten Geruch verbreiten.

Chemische Beschaffenheit der Luft. — Eine Zelle wurde längere Zeit hindurch in Verbindung mit der äußeren Luft gehalten und dann verschlossen, so daß man in ihrem Inneren das Vorhandensein von reiner Luft voraussetzen konnte. Der Verschluß dauerte 10 Stunden. 2½ Stunden brannte eine Kerze, welche natürlich Kohlensäure erzeugte. In den ersten zwei Stunden ließ man weniger als 10 Cubikmeter frische Luft einströmen, die übrigen acht Stunden aber 10 Cubikmeter. Der Heizapparat konnte die Temperatur der Zelle von 3,5 bis 11,5 Grad erwärmen und diese Temperatur ziemlich gleichmäßig erhalten.

Anfänglich empfand der Beobachter eine geringe Uebelkeit, eine nothwendige Folge der unzureichenden Ventilation; allein als später 10 Cubikmeter in der Stunde einströmten, verlor sich dieselbe sehr bald. Der Gehalt an Kohlensäure belief sich auf 33 Zehntausendtheile, also mehr als das Vierfache des Kohlensäuregehalts bei einem Normalzustande der Luft.

Hygrometrische Beschaffenheit der Luft. — Zu Anfang des Versuchs war die Wärme der äußern Luft zwei Grad und das Psychrometer gab für die hygrometrische Beschaffenheit 0,75 an. Jedes Cubikmeter Luft enthielt daher 4,2 Gramme Wasserdampf. In der Zelle war die hygrometrische Beschaffenheit = 0,80, bei einer Temperatur von 3,5 Grad. Jedes Cubikmeter enthielt daher 5,2 Gramme Wasserdampf. Nach Verlauf von einigen Stunden einer schwachen Ventilation belief sich die hygrometrische Beschaffenheit auf 0,73, bei einer Temperatur von 10 Grad. Die Menge der Wasserdämpfe im Cubikmeter betrug daher 7,3 Gramme. Am Ende des Versuchs war die hygrometrische Beschaffenheit = 0,76, bei einer Temperatur von 11,5 Grad, und die Wasserdämpfe in dem Cubikmeter betrugen daher 7,9 Gramme. Wir ersehen hieraus, daß sich die hygrometrische Beschaffenheit im Innern der Zelle bei einer Ventilation von 10 Cubikmeter wenig verändert hat.

Untersucht man nun diese Resultate und berücksichtigt man, daß die äußere Temperatur niedrig war, so erkennt man sehr leicht den Einfluß, den die Transpiration auf die hygrometrische Beschaffenheit der Luft ausgeübt hat, da die Feuchtigkeit nothwendig vermindert werden mußte, wenn die Zelle unbewohnt blieb. Die zu dem Versuch angewendete Zelle hatte mit Oelfarbe angestrichene Wände. In boisirten, mit Zeug oder Papiertapeten bekleideten Zimmern erleidet

die hygrometrische Beschaffenheit der Luft nur einen höchst geringen Unterschied, wie vielfältige Versuch deutlich bewiesen haben.

Als Hauptfolgerungen dürfen wir das Nachstehende entnehmen: 1) daß die Ventilation als das Hauptmittel zur Verbesserung der Luft angenommen werden muß; 2) daß auf jeden Gefangenen und jede Stunde wenigstens 10 Cubikmeter Luft erforderlich sind; 3) daß die Temperatur der Zellen auf 15 Grad erhalten werden muß.

Aus diesen und andern angestellten Versuchen lassen sich noch nachstehende Folgerungen für die Heizung und Ventilation machen.

Nimmt man einen Verbrauch von 20 Kilogramm Steinkohle in der Stunde und eine Ventilation von 30,000 Cubikmeter in derselben Zeit an, so wie eine äußere Temperatur von 7,5 Grad, so wird die Temperaturzunahme der Luft in der Esse durch die Gleichung $20 \cdot 7000 = 140000{,}1{,}3 \cdot x : 4$ gegeben werden, woraus man ableitet $x = 14{,}35$. Die Temperatur dieser Luft ist alsdann $14{,}35 + 14 = 28{,}35$ und ihr Ueberschuß über die äußere Luft $= 28{,}35^0 - 7{,}50^0 = 20{,}85^0$. Die Erwärmung der Luft in der Rauchröhre des Generators, die in der Ventilationsesse angebracht worden, ist unberücksichtigt geblieben, weil der Einfluß dieser Erwärmung ein sehr geringer ist. Da die Höhe der Esse 29 Meter beträgt, so wird man die theoretische Geschwindigkeit der warmen Luft durch die Formel

$$v = \sqrt{2gHa(t'-t)} = \sqrt{19{,}62 \cdot 29 \cdot 0{,}00365 \cdot 20{,}85}$$
$$= 6{,}58 \text{ Meter}$$

erhalten und die Geschwindigkeit der Einströmung der Luft bis zu 14 Grad wird $6{,}58 : (1 + 0{,}00365 \cdot 14{,}35) = 6{,}25$ Meter sein. Wenn nun die Esse cylindrisch ist und einen Durchmesser von 2,15 Met.

und einen Querschnitt von 3,62 Met. hat und da sie die Rauchröhre der Wärmöfen in sich schließt, welche 0,80 Met. Durchmesser und 0,50 Met. Querschnitt hat, so ist die Folge hiervon, daß der Querschnitt des Canals, durch den die Ventilationsluft strömt, nur 3,62 — 0,50 = 3,12 Met. beträgt. Wenn die Esse 30,000 Cubikmeter Luft in der Stunde oder 8,33 Met. in der Secunde ausströmen läßt, so wird die Einströmungsgeschwindigkeit 8,33 : 3,12 = 2,67 sein. Daher ist die wirkliche Geschwindigkeit nur 2,67 : 6,25 = 0,427 der theoretischen Geschwindigkeit und folglich ist der Nutzeffect nur $(0,427)^2$ = 0,18 von der Leistung der Esse, wenn keine Reibungen auf dem ganzen Wege der Luft von der Einströmungs- bis zu der Ausströmungsöffnung der Esse bei gleichem Volum der angesaugten Luft Statt fände.

Bei diesem Verfahren der Lufterwärmung bei ihrem Eintritt in die Esse erhält man die Gleichförmigkeit der Ventilation durch eine gleichförmige Feuerung des Heerdes, vorausgesetzt, daß die äußeren Temperaturveränderungen in den verschiedenen Jahreszeiten keinen wesentlichen Einfluß haben und daß die kurzen Störungen durch das Feuern keine Störung bei der Ventilation veranlassen. Jedoch wird es zweckmäßig sein, in der Esse ein festes Druckanemometer anzubringen, welches in jedem Augenblicke die Beschaffenheit der Ventilation angeben kann; es würde zur steten Controle des Heizers dienen.

Die ganze Oberfläche der Wände, welche der Berührung der Luft ausgesetzt sind, beträgt fast 13000 Quadratmeter, die Oberfläche der Gewölbe und des Bodens nicht mit inbegriffen, indem dieselben wenig Wärme durchlassen. Ihre Stärke beträgt 0,60 Meter (24 Zoll). Die Gesammtoberfläche der Fensterscheiben beträgt 2173 Quadratmeter. Nimmt man nun die Zahl 15 für die Wärmemenge an, welche ein

Quadratmeter Wand in der Stunde durchläßt und 22 für die Durchlassung der Fenster unter gleichen Umständen, so beträgt die Gesammtmenge der Wärme, welche im Durchschnitt durch die Fenster und die Wände verloren geht, 13000 • 15 + 2173 • 22 = 242806. Um die gesammte Wärmemenge, welche durch die Oefen entwickelt wird, zu bestimmen, muß man diese Wärmemenge derjenigen hinzufügen, welche dazu erforderlich ist, um 30000 Cubikmeter Luft von 7,5 auf 14 Grad zu erhöhen, weil die Luft bei 14 Grad aus den Zellen ausströmt, welche gleich 30000 • 1,3 • 6,5 • 0,25 = 63375 ist und man muß davon 40 Wärmeeinheiten abziehen, die von jedem Gefangenen entwickelt werden, also 40 • 1200 = 48000. Man findet daher 242806 + 63375 — 48000 = 258181, eine Wärmemege, welche, im Verhältniß von 3750 Wärmeeinheiten auf das Kilogramm Steinkohlen (Mittelwerth, welcher die Production von 7 Kilogr. Dampf darstellt, wobei die Speisewasser 100 Grad gleich sind), 68,85 Kilogr. Steinkohlen entspricht und täglich 68,85 • 24 = 1652,4 Kilogr., während für die sechs Gebäude der mittlere Verbrauch = 270 • 6 — 1620 Kilogr. ist. Der Unterschied ist so gering, als sich nur irgend erwarten läßt.

Beschreibung des Gefängnisses Mazas. (Taf. I—IV.) — Fig. 1, Grundriß des Gebäudes an der Sohle. **A**, Eingang; **B**, Hof des Verwaltungsgebäudes; **C**, Wachtstube; **D**, Magazine; **E**, Todtensaal; **F**, Küche; **G**, Durchgang zur Kanzlei; **H**, Kanzlei; **I**, **I**, Saal für die Gartenarbeiterinnen; **J**, **J**, provisorische Gefängnisse; **J'**, Treppenhaus; **K**, Zimmer des Directors; **K'**, **K'**, **K'**, Wege für die Ronden; **L**, Centralsaal, über dem Bureau des Aufsehers. Von diesem Centralsaal laufen sechs Gebäude **M**, **M**, **M** . . . aus, welche durch einen Corridor, der sich bis zum Dach erhebt, in zwei gleiche Theile ge-

schieden werden; seine Erleuchtung erfolgt durch ein gläsernes Dach. Zu beiden Seiten des Corridors im Erdgeschoß, im ersten und im zweiten Stockwerk, enthalten die Gebäude Zellen; die des ersten und des zweiten Stocks sind mit einem Balkon versehen, welcher durch die ganze Länge der Gebäude geht. Die eisernen Geländer der gegenüberliegenden Balkone dienen als Schienen für einen Wagen, welcher die Kost der Gefangenen trägt, welche in die verschiedenen Zellen vertheilt wird. Die Wagen werden in der Küche beladen; eine Eisenbahn führt sie bis zu dem Zugange des Kellergeschosses **P**, wo sie von einer andern Eisenbahn aufgenommen werden. Winden, die bei **Q** in jedem Flügel angebracht worden sind, heben die Wagen zu dem erforderlichen Stockwerk; diese Arbeit zur Speisung dauert drei Minuten. Während des Gottesdienstes werden die Zellenthüren zur Hälfte geöffnet, so daß die Gefangenen den Priester vor dem Altare in dem Centralsaale **L** sehen können, ohne miteinander in Verbindung zu kommen. **O, O, . . .** Sprechzimmer; jeder Gefangene und jeder Besuchende befinden sich in ihrem Cabinet. **P**, Niedergang zu der Küche und den Magazinen. **Q**, Oeffnung in den Gewölben, durch welche die Wagen mit Speisen gehen. **N**, Spatziergänge mit zellenartiger Einrichtung für die Gefangenen; sie steigen nacheinander die Treppen **R** hinab und gehen nach dem Mittelpuncte **S** in den Höfen. Der mittlere Theil enthält einen kleinen Thurm, in welchem sich der Aufseher aufhält. Das Ende eines jeden Hofes, welches von dem Mittelpunct am Entferntesten liegt, ist der Art bedeckt, um den Gefangenen Schutz zu gewähren. **T**, Gasanstalt. **U**, allgemeine Ventilationsesse. **V**, Zellenbäder. Die Krankenzimmer befinden sich im ersten Gebäude rechts im ersten Stockwerk und es hat ein jeder Kranke eine doppelte Zelle.

Fig. 2, senkrechter Durchschnitt eines Zellengebäudes. Jede Zelle ist 3,75 Meter lang, 2 Meter breit und 3 Met. hoch; eine jede enthält eine Gaslampe und ein Becken, C, als Nachtgeschirr, dessen Röhre die Ventilationsluft in ein Gewölbe führt, das mit der großen Esse in Verbindung steht; die Luft geht zwischen dem Deckel und dem Rande der Schale durch. **A** und **B** sind zwei horizontale gußeiserne Röhren, durch welche in entgegengesetzter Richtung heißes Wasser strömt. Sie liegen in einem Canal, der unter dem Balken angebracht und mit einem Deckel von Gyps verschlossen ist. Dieser Canal wird durch Querscheider unterbrochen, die in den Achsen der Scheidewände der Zellen angebracht sind. Die Luft strömt aus dem Corridor in den Canal durch Oeffnungen, die in dem Deckel von Gyps angebracht worden sind und in dem sich Löcher befinden und sie dringt durch die Oeffnungen **D** in jede Zelle, welche mit durchbrochenen gußeisernen Platten bedeckt sind. **E**, die Fenster der Zellen. **F**, vergittertes Fenster, welches das Ende des Corridors verschließt. **G**, Expansionsgefäße für die Wassercirculation.

Fig. 3 (Taf. **II**.), Grundriß der Kellergewölbe, in denen die Generatoren angebracht sind. **A**, Generatoren, deren es sechs giebt. **B**, unterirdische Röhre, welche den Rauch zu der gemeinschaftlichen Esse **B'** führt. **C**, Behälter für das Kessel-Speisewasser. **D**, Leitungsröhren für den Dampf. **E**, Gefäße mit durch Dampf erhitztem Wasser, welche zur Erwärmung der Zellen im Erdgeschoß dienen.

Fig. 4, horizontaler Durchschnitt unter der Sohle, welche die Ventilationscanäle darstellt. **A**, Kellergewölbe unter den Corridoren der Zellengebäude, welche Tonnen enthalten, in die die Röhren auslaufen, welche von den Nachtgeschirren in den Zellen ausgehen; am Ende von **B** haben diese Gewölbe eine

doppelte Thür. C, an ihren Enden verengte Canäle, welche die verdorbene Luft dem ringförmigen Canal D zuführen, der mit der Esse F in Verbindung steht.

Die Fig. 5 stellt den mittleren Theil von Fig. 4 nach einem größern Maßstabe dar.

Fig. 6 ist ein senkrechter Durchschnitt der Fig. 5 nach der Achse des aufgewickelten kreisförmigen Canals D.

Fig. 7, senkrechter Durchschnitt der Fig. 5 nach der gebrochenen Linie r, s, t. A, B ist ein kreisrunder Canal, der mit gußeisernen Platten bedeckt ist und in welchem ein Theil des Rauchs von den Generatoren circulirt, um die Rotunde zu erheizen.

Fig. 8 u. 9, Durchschnitte nach zwei senkrechten und rechtwinkelig aufeinander stehenden Richtungen des Canals ab, Fig. 5; diese Figuren zeigen die Einrichtung der Register, mittelst deren die allgemeine Temperatur der verschiedenen Gebäude regulirt wird.

Fig. 10, senkrechter Durchschnitt nach der Linie x, y, Fig. 5; die Luft strömt zwischen den beiden Gewölben in den Raum a, b. In dem untern Raume laufen die Wagen, welche die Speisen zu den Gefangenen schaffen.

Fig. 11 u. 12 (Taf. III.), senkrechter Durchschnitt nach der Linie t, n, Fig. 5, und horizontaler Durchschnitt der Ventilationsesse. A, Generatorenesse; B, Zugheerd; C, gußeiserner Kranz, der an seinem oberen Theile viele Löcher hat. Er nimmt einen Theil der sich aus dem Heerde entwickelnden Gase auf und vertheilt sie gleichförmig in dem Durchschnitte der Esse. D, Röhre, welche den Rauch, der unter den gußeisernen Platten der Rotunde circulirt hat, in die gemeinschaftliche Esse führt.

Fig. 13 stellt den Durchschnitt eines der Zellengebäude in der Nähe der Rotunde, vor den Zellen dar. A, Behälter für das von dem Dampf erwärmte

Wasser, wodurch die Röhren unter den Balconen gespeis't werden. **B**, die Geländer von zwei kleinen Brücken, die über den Corridor gehen und unter denen sich Warmwasserröhren befinden, welche der Circulation auf der rechten Seite entsprechen. **C** sind Gefäße, die mit den Warmwasserröhren in Verbindung stehen und welche die Ausdehnung des Wassers gestatten, so daß die Röhren stets voll erhalten werden. Sie sind an den entgegengesetzten Enden der Gallerie angebracht. In diesem Durchschnitt ist das Gewölbe minder hoch, als in demjenigen Theile des Gebäudes, den die Zellen einnehmen. **D**, Kaltwasserbehälter zum Gebrauche der Gefangenen. **E**, Raum, den die Ventilationsluft durchströmt; das dort zu bemerkende Gitter hat den Zweck, Verbindungen zu verhindern.

Die Figg. 14, 15 u. 16 stellen einen Aufriß, einen senkrechten und einen horizontalen Durchschnitt von einem der Warmwasserbehälter dar.

Fig. 17 Aufriß, nach einem größern Maßstabe, von einem der Expansionsgefäße.

Fig. 18 u. 19, Aufriß und Durchschnitt von einem der Compensatoren.

Fig. 20 u. 21, Aufriß und senkrechter Durchschnitt von einem Klappenventil.

Fig. 22, Durchschnitt des Canals unter den Balconen mit den eingeschlossenen Heizröhren.

Fig. 23 (Taf. **IV.**), senkrechter Durchschnitt von einem der Gebäude, nach einer, der Achse parallelen Ebene. **A**, Gefäß, in welchem das Wasser durch den Dampf erwärmt wird; **B**, Circulationsröhren; **C**, Expansionsröhren; **D**, Röhren, welche von den Nachtgeschirren niedergehen; **D'**, Oeffnungen, durch welche die Luft von dem Corridor in die Canäle strömt, die durch die Warmwasserröhren erwärmt wird; **D''**, Oeffnungen zum Einströmen in die Canäle, welche

unter der Sohle liegen; E, Oeffnungen, durch welche die warme Luft in die Zellen strömt; F, Zellenthüren; G, Schaulöcher; H, senkrechte Platten, welche der Gefangene öffnen kann, wenn er das Bedürfniß hat, mit einem Wärter zu sprechen.

Fig. 24, Horizontaldurchschnitt eines der Gebäude. A, Nachtgeschirrbecken; B, Canäle, durch welche die warme Luft strömt.

Fig. 25, senkrechter Durchschnitt von dem Ende eines der Gewölbe, die unter jedem Gebäude vorhanden sind. Jede Röhre, welche von den Nachtgeschirren in den Zimmern niederführt, ist seitwärts mit einer Tubulatur versehen, durch welche die Luft entweicht. Jede ist mit einer Art von Kapsel versehen, welche den Röhrenzweig umgiebt und am Boden mit Heu ausgestopft ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, den Schall zu schwächen, damit sich die Gefangenen nicht unterreden können. Durch diese Kapseln wird die Ventilation der Zellen regulirt.

Fig. 26, horizontale Projection desselben Gewölbes; man sieht hier die kleine Eisenbahn und den Wagen, welcher zur Wegführung der Tonnen mit den Excrementen dient, sowie die beiden Thüren, durch welche es verhindert wird, daß die durch die Esse angesaugte Luft in die Gewölbe dringe.

Die Erheizung der Kirche Saint-Roch.

Die Heizapparate dieser Kirche sind von Herrn Grouvelle eingerichtet worden, gaben aber in den ersten zwei Wintern sehr schlechte Resultate, bis daß eine Commission die Beschaffenheit genau untersuchte und die Mängel verbesserte. Wir theilen die gedrängte Beschreibung dieser Heizapparate und ihrer Verhältnisse um so eher mit, da man auch in Deutschland anfängt, die Gotteshäuser zu erwärmen, welches bei

unseren, oft strengen, Wintern höchst nothwendig ist. In Berlin werden zur Zeit zwei Kirchen erheizt: die Dom- und Hofkirche und die neue St. Petrikirche; wir kennen die Einrichtung ihrer Heizapparate noch nicht.

Die Kirche Saint-Roch ist ein Gebäude von 110 bis 115 Meter Länge, von 28 Met. Breite und von 15 bis 18 Met. Höhe. Ihre Oberfläche beträgt etwa 3100 bis 3200 Quadratmeter. Die der äußern Abkühlung ausgesetzten Mauern haben eine Oberfläche von 3500 Metern und eine mittlere Dicke von 0,50 Metern. Die Oberfläche der Fensterscheiben beträgt 860 Quadratmeter. Die Mauern und die inneren Pfeiler haben ein Volum von 1800 Cubikmeter. Die Kirche enthält ungefähr 3500 Sitzplätze und nimmt an gewöhnlichen Sonntagen 2000 bis 4000, an gewöhnlichen Festtagen 4000 bis 6000 und an großen Festtagen 6000 bis 8000 Personen auf.

Das ganze Schiff zerfällt in drei verschiedene Theile. Die erste und größte Abtheilung ist 28 Met. breit und 68 Met. lang; es umfaßt das Mittelschiff und die Abseiten, den Chor und die Seitencapelle; die Höhe des Gewölbes beträgt 17 bis 18 Meter. Die zweite Abtheilung besteht aus der Capelle der heiligen Jungfrau, die kreisrund ist, etwa einen Durchmesser von 30 Metern und eine Kuppel von etwa 25 Met. hat. In dem entferntesten Theile der Kirche befindet sich der Calvarienberg und dieser Theil ist niedrig, kalt und feucht, indem das Gewölbe nur 15 Meter Höhe hat. Die Fenster waren in der ersten Zeit der Heizung in einem sehr schlechten Zustande, allein seitdem ist dieser ganze Theil der Kirche gründlich reparirt.

Außer diesen gewöhnlichen Ursachen der Abkühlung durch die Mauern und Fenster giebt es aber auch noch andere ungewöhnliche, bestehend in sehr vielen unverschlossenen Oeffnungen. Die Kirche hat

64 Fenster mit einer Gesammtoberfläche von 860 Quadratmeter; diese Fenster sind aber in einem schlechten Zustande; die Scheiben sind in Blei gelegt und sehr undicht, jedes Fenster hat auch zwei Flügelöffnungen, die gewöhnlich nur schlecht verschlossen sind. Endlich hat auch das Gewölbe 87 Oeffnungen, durch welche die Gehänge der Kronleuchter geben. Die Gesammtoberfläche dieser Oeffnungen beträgt 14,15 Quadratmeter in einer mittleren Höhe von 11,20 Meter. Außerdem hat die Kirche sechs große Thüren und mehre kleine Pforten.

Heizungssystem. — Die von Hrn Grouvelle angewendete Heizung besteht in einer Warmwassercirculation von Niederdruck, deren Röhren in Canälen unter dem Fußboden liegen. In diese Canäle wird frische Luft von Außen angesaugt, und über den Canälen sind mit Gittern bedeckte Löcher angebracht, durch welche die warme Luft in das Innere der Kirche ausströmt.

In einem runden Gewölbe unter der Jungfrauen-Capelle ist ein Kessel mit zwei Sieberöhren und von ungefähr 12 Pferdekraft angebracht. Eine gußeiserne Röhre von 0,14 Meter (6 Zoll) Durchmesser und deren einzelne Theile durch Flanschen und Schraubenbolzen verbunden sind, entwickelt sich auf eine Länge von 168 Meter. Sie geht von dem oberen Theile des Kessels aus, geht durch die rechte Abseite oder das rechte Nebenschiff der Kirche, hat eine Steigung von 3 Centimeter auf das Meter und ihr Scheitelpunct liegt unter der Orgel. Sie geht auf der linken Seite der Kirche zurück, indem sie dasselbe Fallen verfolgt, und läuft in eine Sieberöhre des Kessels aus. Neben dieser Hauptröhre läuft eine Nebenröhre und zwar auf der abfallenden Seite; in derselben circulirt das Wasser in entgegengesetzter Richtung und vereinigt

sich mit dem Scheitelpuncte der Hauptröhre, d. h., also unter der Orgel.

Der Canal, in welchem die Heizröhren liegen, besteht aus einer Ziegelsteinmauerung und hinter den Mauern befindet sich ein leerer Raum, um den Wärmeverlust möglichst zu vermindern. Unten besteht der Canal aus Bohlen und zu ihm führen Canäle aus der freien Luft. Die Decke der Canäle besteht ebenfalls aus Holz und ist, wie wir schon weiter oben bemerkten, mit Oeffnungen versehen, die mit Gittern bedeckt sind, durch welche die warme Luft frei ausströmen kann.

Von dem andern Ende des Kessels läuft eine zweite Röhre ab und circulirt unter der Capelle, sowie unter dem Calvarium; diese Röhre hat aber nur 0,12 Met. ($4\frac{1}{2}$ Zoll) Durchmesser und 86 Met. Länge.

Ventile, die auf den steigenden und abfallenden Röhren angebracht sind, gestatten eine Verminderung oder selbst eine gänzliche Unterdrückung der Wassercirculation in den großen Heizröhren. Vier Erweiterungen von 3 Meter Länge und von 0,35 Meter (14 Zoll) Durchmesser vermehren die Heizoberfläche; sie sind auf der Länge der Hauptröhren vertheilt. Außerdem sind über den Hauptöffnungen noch vier Oefen von verschiedenem Durchmesser angebracht. Endlich begünstigen auch mehre kleine Zweigröhren die möglichste Vertheilung der Wärme.

Um den Nutzeffect der Brennmaterialien zu verstärken, circulirt auch von der blechernen Röhre, welche die Producte der Verbrennung aus dem Kesselofen abführt, ein Zweig von 7 Meter Länge in der Capelle.

Die Hauptdimensionen des Apparates sind folgende: Heizoberfläche des Kessels, mit Einschluß der Sieveröhren, 15,40 Quadratmeter; Rostoberfläche 0,40

Meter; Oberfläche der Abkühlung der Röhren oder der Wärmeentwickelung 164,85 Quadratmeter; Volum des Wassers, welches zum Kochen gelangt, 3,008 Cubikmeter; Volum des erkaltenden Wassers 4,218 Cubikmeter; Gesammtvolum des Wassers in dem Apparat 7,226 Cubikmeter; Temperatur des Wassers in dem Kessel 120 Grad; am Ende der abfallenden Röhre, welche das Wasser zurückführt, 102 Grad; mittlere Temperatur des in Circulation befindlichen Wassers, 111 Grad; größter Niveau-Unterschied 3 bis 4 Meter. Die erwärmte Luft strömt durch 22 Oeffnungen, die mit Gittern verschlossen sind, in die Kirche aus; 21 davon haben eine freie Oberfläche von 0,35 Quadratmeter, und die letzte, welche unter der Orgel angebracht ist, von 0,400 Quadratmeter. Die Summe dieser Oberflächen beträgt 3,235 Quadratmeter.

Resultate der angestellten Versuche. — Durch eine übel angebrachte Ersparung hatte man die Kirche nur in unregelmäßigen Zwischenräumen erheizt, nie aber ununterbrochen. Die Temperatur hatte daher nie mehr als 9 bis 10° erreicht und war auch oft geringer, sobald die äußere Temperatur unter dem Gefrierpuncte stand. Man hielt es daher für zweckmäßig, die Masse der Mauern durch eine längere Heizung durchzuwärmen, worauf man auch weit bessere Resultate erlangte. Durch eine ununterbrochene achttägige Heizung erreicht man eine Temperatur bis 16 und selbst bis 18 Grad. Eine solche ist aber für Orte, die man nur warm bekleidet besucht, viel zu hoch und es mußten daher viele Leute die Kirche verlassen, weil ihnen diese Wärme unerträglich war.

Unterbrochene Heizung. — Sobald die Mauern eines solchen Gebäudes durchwärmt sind, muß man hauptsächlich nur dahin sehen, die verloren gehende Hitze zu ersetzen. Man braucht daher nur einige Stunden täglich zu heizen, um ein Sinken der

Temperatur von 2 bis 3 Grad zu verhindern. Jedoch muß stets so lange gefeuert werden, bis diese Temperatur wieder erlangt ist, indem auf diese Weise an Brennmaterial erspart wird; denn zu Anfang der Feuerung geht stets Brennmaterial darauf, um das Wasser, die Röhren und Canäle zu der normalen Wärme zu bringen, und es ist bewiesen, daß die warme Luft ihre höchste Temperatur nur erst nach drei Tagen erlangt. Daher besteht denn die wohlfeilste Heizmethode darin, die Temperatur in dem Schiffe nur einige Grad fallen zu lassen und dann so lange zu feuern, bis daß die Temperatur einige Grade über der normalen steht.

Höchste Leistung des Apparates. — Wenn bei gleichbleibender innerer Temperatur die äußere Luft kälter wird, so erfolgt eine schnellere Abkühlung und man bedarf alsdann einer lebhafteren und stärkeren Heizung, um die innere Temperatur zu erhalten, und man sieht leicht ein, daß, wenn der Apparat durch ununterbrochene Feuerung zu seiner höchsten Leistung geführt worden ist, die innere Temperatur so sinken wird, daß ihre Differenz mit der äußeren Temperatur constant bleibt.

Man hat zweimal Gelegenheit gehabt, die höchste Leistung des Apparats kennen zu lernen, zu Zeiten, wo das Thermometer in einer Nacht von + 8 bis 10° auf — 3° oder auf — 6° fiel. Man hat bemerkt, daß alsdann, ohnerachtet der ununterbrochenen Feuerung, die innere Temperatur plötzlich so sank, daß ihr Unterschied gegen die der äußeren nur 16° betrug. Daher ist dieß die Wirkung, welche die höchste Leistung des Apparates mißt.

Bei einer äußeren Temperatur von — 6° würde die innere Temperatur daher nur 10° betragen und es würde demnach der Apparat unzulänglich sein, um bei einer Kälte von 6° in der Kirche eine Wärme

von 12 bis 13° hervorzubringen. Jedoch muß bemerkt werden, daß die Temperatur, die wir hier untersuchen und die uns im Winter angenehm, nur relativ ist und um so niedriger sein kann, je kälter die Luft ist. Würde daher bei einer bedeutenden Kälte die Temperatur in der Kirche ebenso hoch sein, als wenn das Thermometer nur auf dem Gefrierpuncte steht, so würde man im ersteren Falle die Wärme weit mehr empfinden, als im letzteren.

Nachdem die Temperatur in der Kirche in Folge des Aufhörens der Heizung nach und nach so weit gefallen war, daß sie die äußere nur um 4 bis 5 Grad überstieg, hob sich die äußere Temperatur nach und nach und die innere machte dieselbe Bewegung, obgleich die Erhöhung gering war. Man kann sich von dieser Erscheinung dadurch Rechenschaft geben, wenn man berücksichtigt, daß die Temperaturunterschiede der Mauerflächen stets geringer sind, als die der innern oder äußern Luft, wegen der im Innern durch die anwesenden Personen hervorgebrachten Wärme, so daß, wenn diese letztere Differenz nur 5° beträgt, die erstere sehr gering ist und eine geringe Erhöhung der äußeren Luft die Richtung des Temperaturwechsels in den Mauern verändern kann.

Außerordentliche Langsamkeit der Abkühlung. — Nimmt man die mittlere Temperatur des Winters in Paris zu 5 Grad an und es solle das Innere der Kirche in einer Temperatur von 12 Grad erhalten werden, so ist die Differenz 7 Grad; und es folgt aus den Versuchen, daß bei diesem Temperaturunterschiede die Geschwindigkeit der Abkühlung so langsam ist, daß, um ein Fallen des Thermometers von 1 Grad zu veranlassen, 5 oder 6 Tage nicht geheizt werden darf.

Einfluß der Menschenmenge und des Oeffnens der Thüren. — Während des Hoch-

amtes strömen viel Gläubige in das Gotteshaus und es steigt alsdann die Temperatur um 1 oder 2 Grad, fällt aber auch wiederum sehr bald, nachdem sich die Menge wieder verlaufen hat. Diese auf den ersten Blick eigenthümliche Erscheinung ist eine Folge der bedeutenden Wärmeabsorption der Mauern.

Von dem Oeffnen der Thüren, obgleich es Stunden lang Statt fand, hat man keine Abkühlung wahrgenommen.

Vertheilung der Wärme in verschiedenen Höhen. — Zwei Thermometer waren unter der Orgel 8 oder 9 Meter über dem Boden aufgehängt und ein drittes an dem Gesims der Jungfrauencapelle, 18 bis 20 Meter über dem Boden. Diese drei Thermometer wurden zwanzig Tage lang, 3 bis 5 Mal täglich, untersucht und gaben eine Temperatur an, die höher war, als der durchschnittliche Stand von 10 Thermometern, die 2 Meter, 0,25, bis 0,75 Meter, nie aber höher über dem Boden angebracht worden waren.

Die fragliche Thatsache, die schon wiederholt unter ähnlichen Umständen wahrgenommen wurde, rührt daher, daß die warmen Luftströme eine nur wenig hohe Temperatur, einen geringen Durchschnitt und eine kleine Geschwindigkeit haben, und daß sich ihre Wärme sehr schnell in der Masse vertheilt, da die Luft eine große Vertheilungsfähigkeit hat und dieselbe um so größer ist, da die Bewegungen, welche in dieser Masse durch verschiedene Ursachen, von denen wir sogleich reden werden, hervorgebracht worden sind, diese Vermischung der verschiedenen Theile noch mehr befördern.

Bewegung der Luft in dem Gebäude. — Gegen alle inneren Oberflächen der Mauern und in einer bedeutenden Entfernung davon, ist die Temperatur der Luft stets 0,75 bis 1,50 Grad geringer,

als die der Luft in dem mittleren Theile; folglich existirt ein kalter Luftstrom, der längs den Wänden niedergeht; es ist dieß eine nothwendige Folge der Art ihrer Erwärmung. Ein anderer, offenbar sehr einflußreicher, Umstand veranlaßt ebenfalls sehr verschiedenartige Bewegungen in der Luftmasse und es ist dieß die Undichtigkeit der Fenster. Die Gesammtsumme dieser Ritzen, die auf eine sehr große Oberfläche vertheilt sind, beträgt die verhältnißmäßig ungeheure Zahl von 14 Quadratmetern. Da aber die Oeffnungen sehr klein sind, so bringen sie eine weit geringere Ventilation hervor, als eine einzige Oeffnung von gleichem Querschnitt. Da außerdem diese kleinen Oeffnungen in sehr verschiedenen Höhen vorhanden und rechts und links vertheilt sind, so lassen sie nicht allein die innere Luft ausströmen, sondern auch äußere einströmen, selbst wenn diese ruhig ist. Es ist ganz klar, daß bei Windströmen, die senkrecht auf den Fenstern stehen, die äußere Luft durch die Ritzen dieser Flächen eindringen und die innere auf der entgegengesetzten Fläche ausströmen wird, indem hinter derselben der atmosphärische Druck gering ist.

Auffangen der innern Luft. — Herr Grouvelle hat nur sehr wenig Oeffnungen zum Auffangen der innern Luft angebracht und diese haben nur eine geringe Wirkung. Es ist dieß ein nachtheiliger Umstand, indem in Beziehung auf die Beschaffenheit dieser Luft es durchaus nicht unzweckmäßig gewesen sein würde, die Luft in dem Schiff aufzufangen und sie von Neuem zu erwärmen, indem dadurch eine wesentliche Brennmaterialersparung veranlaßt worden wäre.

Leichtigkeit der Circulation des Wassers. — Der geringste Niveau- und Temperaturunterschied ist hinreichend, um in engen Röhren eine Bewegung des Wassers zu veranlassen. An mehren

Puncten der Kirche sind $4\frac{1}{2}$ Zoll weite Röhren knieförmig und in sich selbst umgebogen und zwar mehrmals auf einer nicht bedeutenden Länge; die Neigung dieser Röhren ist gering, allein die Circulation ist dennoch eine sehr lebhafte.

Berechnung der Wirkungen, welche von den verschiedenen Ursachen hervorgebracht worden sind, durch welche die Wärmevertheilung bewirkt wird. — Geht man von der bekannten Thatsache aus, daß, wenn der Apparat seine höchste Wirkung hervorbringt, der Steinkohlenverbrauch bei einem Temperaturunterschiede von 16° 40 Kilogramme in der Stunde beträgt, so kann man die hervorgebrachten Wärmemengen mit denen vergleichen, welche durch bekannte Ursachen zerstreut werden. In dem vorliegenden Falle wird die Wärme zerstreut: 1) durch die Rauchröhre; 2) durch die Ofenwände; 3) durch die Canäle, in denen die Luft erwärmt wird; 4) durch die Mauern und die Fenster; 5) durch das Entweichen der warmen Luft durch die zahlreichen Undichtigkeiten der Fenster.

Vergleicht man den Kessel mit den Dampfkesseln, so würde jedes Kilogramm Steinkohle die Wärmemenge hervorbringen, welche der Verdampfung von 7 Kilogrammen Wasser bei 100 Grad entspricht, d. h., $7 \cdot 550 = 3850$; die Differenz zwischen dem Wärmevermögen der Steinkohle und dieser Zahl stellt die Wärmemenge dar, welche durch die Esse und durch die Ofenwände entweicht. Darum ist in dem Falle, um den es sich handelt, die gesammte entwickelte Wärmemenge $= 3850 \cdot 40 = 154000$.

Die durch die Mauern entweichende Wärme erhält man mittelst Formeln, deren Entwickelung hier zu weitläufig sein würde. Nimmt man die Mauerdicke = 0,50 Met., 16 Grad für den Temperaturüberschuß der inneren gegen die äußere Luft und 1,27

für den Coefficienten der Leitbarkeit, so findet man für die auf das Quadratmeter und in der Stunde durchgelassene Wärmemenge 14,80 und für die gesammte Menge der durch die Mauern gelassenen Wärme 5835 · 14,80 = 86358.

Die durch die Fenster entweichende Wärme beträgt, nach einer neuen Formel, für eine Höhe von 5 Metern und für einen Temperaturunterschied von 16 Grad, 40 Einheiten und folglich wird auf die 850 Meter Fenster die ganze entweichende Wärmemenge 860 · 40 = 34400 sein.

Man kann die in den Circulations-Canälen der Warmwasser- und Luftröhren verloren gegangene Wärme unberücksichtigt lassen, weil ein Theil der durch die Wand der Canäle dringenden Wärme durch den Boden wieder in die Kirche zurückgeht.

Alsdann wird die ganze, durch die Fenster und Mauern verlorengehende Wärmemenge 86358 + 34400 = 120758 gleich sein; und der Wärmeverlust durch die Ventilation wird 154000 — 120758 = 33242 sein.

Wenn man die Ausströmungsgeschwindigkeit der warmen Luft in der Kirche gemessen hätte, indem man die Summe des Querschnitts der Einströmungsöffnungen kennt, würde man das Volum davon abgezogen haben, und nach dem Ueberschuß ihrer Temperatur gegen die der äußeren Luft hätte man die in die Kirche geführte Wärmemenge berechnen können, welche 154000 Einheiten hätte betragen müssen, wenn unsere Berechnungen richtig sind. Diese Bestätigung kann man indessen erhalten, wenn man die Ventilation nach zwei verschiedenen Verfahrungsarten berechnet, welche offenbar zu denselben Resultaten führen.

Wir sahen soeben, daß die durch die Ventilation verloren gegangene Wärmemenge gleich 33242 Einheiten ist. Da nun die durch die Ritzen der Fenster entweichende Luft sich nach der Temperatur

des Glases richtet, welches in dem von uns betrachteten Falle einen Temperaturüberschuß von 8 Grad gegen die äußere Luft haben würde, so würde der Wärmeverlust auf ein Cubikmeter Luft 1,3 • 8 • 0,25 = 2,60 sein und folglich würde das Volum der Luft, welches pro Stunde aus der Kirche ausströmt, 33242 : 2,60 = 12785 Cubikmeter betragen.

Bemerken wir jetzt, daß, wenn die Luft, welche in die Circulationscanäle der Warmwasser-Röhren eindringt, hier mit — 4° ankommt und, nach einer Angabe, beinahe mit einer Temperatur von 38° dieselben verläßt, sie hierdurch eine Temperaturzunahme um 42° beweis't. Bezeichnet man alsdann mit x das Volum der durch die Oeffnungen ausgezogenen warmen Luft, so erhält man x • 1,3 • 42 • 0,25 = 154000; woraus man folgert x = 11282, eine Zahl, welche der sehr nahe kommt, die wir anfänglich gefunden haben. Da dieses Volum Luft von 38° betrifft, so scheint, daß, um dasselbe auf 12° zurückzuführen, man es mit dem Verhältniß der Ausdehnung multipliciren müsse. Nun müssen wir aber bemerken, daß die Zahl 1,3 mit diesem umgekehrten Verhältniß hätte multiplicirt werden müssen und daß sich folglich beide Correctionen heben.

Die Wärmemenge, welche auf das Quadratmeter und die Stunde durch die mit Wasser angefüllten Röhren verloren geht, welche Röhren in den Canälen liegen, durch welche die zu erwärmende Luft streicht, unterscheidet sich sehr wesentlich von derjenigen Abkühlung, welche dann Statt finden würde, wenn die Röhren von freier Luft umgeben wären. Wirklich rührt die von den Röhren verlorene Wärme von derjenigen her, welche sie direct an die Luft absetzen, sowie auch von der, die der Luft durch die Oberfläche des erwärmten Canals durch die Strahlung mitgetheilt

wird. Diese Wärme hängt nothwendig von der Geschwindigkeit der Luft ab und steigt mit derselben nach unbekannten Gesetzen, allein sie unterscheidet sich wenig von derjenigen, welche durch die der freien Luft ausgesetzten Röhren verloren gehen würde, deren Temperatur gleich sein würde der mittleren Temperatur der Luft, bei ihrem Eintritt in den Canal und bei ihrem Austritt. In dem vorliegenden Falle beläuft sich die durch die Oeffnungen entweichende Wärmemenge auf 54000 Einheiten; da die Oberfläche der Röhren 108 Q.-M. beträgt, so ist die auf das Quadratmeter durchgelassene Wärme gleich 154000 : 165 = 933,3, bei einer mittleren Temperatur der Luft, die gleich (4 + 38) : 2 = 21 und bei einem mittleren Ueberschusse von 111 — 21 = 90. Nun folgt aus bekannten Formeln, daß die Wärmemenge, welche durch einen der Luft ausgesetzten gußeisernen Cylinder, bei einer Differenz von 90° verloren geht, für den Verlust durch Strahlung = 466 und für den von der Berührung der Luft herrührenden = 340, Summa = 806 ist, eine Zahl, welche von der gefundenen nur wenig abweicht.

Es muß endlich noch bemerkt werden, daß, da das Volum der Kirche 32000 Cubikmeter beträgt und da die Ventilation fast auf 10000 Cubikmeter in der Stunde sich beläuft, die in der Kirche enthaltene Luft täglich acht Mal erneuert wird und daß diese für 3200 Personen während einer Stunde hinreichen würde, da 10 Cubikmeter für die Person erforderlich sind.

Die Heizung und Ventilirung des großen Amphitheaters im Pariser Conservatorium der Künste und Gewerbe.

Man besitzt bis jetzt so wenige positive Angaben und Resultate von Versuchen über die Ventilation

derjenigen Räume, welche für Wohnungen oder für die Versammlungen einer mehr oder minder beträchtlichen Zahl von Personen bestimmt sind, daß es Morin der Mühe werth erschien, über diese für den öffentlichen Gesundheitszustand so wichtige Angelegenheit bei Gelegenheit der kürzlich an dem Ventilationsapparate des großen Amphitheaters im Conservatorium der Künste und Gewerbe vorgenommenen Veränderungen einige Untersuchungen auszuführen. Die erste Schwierigkeit aber, welche sich ihm entgegenstellte, war die Beschaffung eines Instruments, das geeignet ist, eine lange Zeit hindurch mit größter Genauigkeit die Geschwindigkeit der Luft in den von ihr durchstrichenen Röhren zu messen. Es erzeugen sich in der That bei der in mehren Röhren gleichzeitig Statt findenden Bewegung der Luft manchmal Störungen und Unterbrechungen, welche es erfordern, daß die Beobachtungen lange genug gemacht werden, damit man wenigstens sicher sein könne, ein hinreichend genaues durchschnittliches Resultat zu erhalten. Auf der anderen Seite kann es vorkommen, daß sehr bedeutende Geschwindigkeiten der Luft zu messen sind, wozu sich die bisher gebräuchlichen Instrumente nicht mehr eignen. Es erschien ihm daher nothwendig, einen Anemometer machen zu lassen, versehen mit bequemeren Beobachtungsmitteln, als sie die jetzigen Apparate dieser Art bieten. Er übertrug die Ausführung desselben dem Instrumenten-Ingenieur Bianchi und stellte ihm dabei folgende Bedingungen: 1) das Instrument muß alle Luftgeschwindigkeiten messen, welche zwischen 0 Meter, 40 und 0 Met., 50 bis 30 oder 50 Met. in der Secunde variiren; — 2) die Zahl der Umgänge des Windrades soll durch einen Zähler während einer Zeit ermittelt werden, welche eine Stunde oder bei sehr großen Geschwindigkeiten 15—30 Met. betragen kann; — 3) das Instrument

darf nur einen geringen Raum einnehmen, damit man es auch in Canälen von kleinem Querschnitt, in Ventilatoren u. s. w. gebrauchen und damit es, je nach den Umständen der Versuche, nach verschiedenen Richtungen gestellt werden könne. Diese Bedingungen sind von dem genannten Künstler auf geschickte Weise erfüllt worden. Das Instrument stimmt im Wesentlichen genau mit dem Principe des Woltmann'schen Flügels überein. Je nachdem man größere oder kleinere Luftgeschwindigkeiten messen will, steckt man ein Flügelrad von kleinerem oder größerem Durchmesser auf die Welle des Instruments. Vor der Benutzung wurden sämmtliche Anemometer genau justirt, d. h., die ihnen entsprechenden Constanten bestimmt. Morin wendete hierbei folgendes Verfahren an: Im Schiffe der alten Kirche der Abtei Saint-Martin wurde eine verticale Welle errichtet, an der sich ein Haspel befand und an deren oberem Ende ein horizontaler Hebelarm von 8 Meter Länge angebracht war. Durch ein System von Rollen, deren eine am Dachgebälke des Schiffes bei 18—20 Meter Höhe befestigt war, wurde ein Gewicht an einem sich um den Haspel wickelnden Seil aufgehangen und die bei'm Sinken desselben hervorgebrachte Bewegung dazu benutzt, die stehende Welle in Umdrehung zu setzen; durch die Einrichtung des horizontalen Armes wurde diese Umdrehung fast ganz gleichförmig gemacht. Das Flügelrad wurde in 4 Meter Abstand von der Achse der stehenden Welle an dem horizontalen Arme so angebracht, daß die Achse des Flügelrades jederzeit den vom Mittelpuncte des Rades beschriebenen Kreis tangirte. Durch eine einfache Vorrichtung war der eine Beobachter in den Stand gesetzt, den Zählapparat des Anemometers in oder außer Gang zu setzen, sobald ein zweiter, die Umdrehungszahlen der stehenden Welle zählender Beobachter commandirte. Aus den beob-

achteten Geschwindigkeiten v des Anemometers und den Umdrehungszahlen desselben um seine Achse n pro Zeiteinheit ergeben sich nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate die Constanten a und b in der Gleichung: $v = a + bn$.

Der Halbmesser des vom Anemometer durchlaufenen Kreises war hinreichend groß, um annehmen zu dürfen, das Anemometer habe sich progressiv fortbewegt mit einer der Tangentialgeschwindigkeit der Achse gleichen Geschwindigkeit. Die Steigerung dieser Geschwindigkeit bis zu 9—10 Meter pro Secunde bewirkte man durch allmählige Vermehrung des Gewichts, welches die stehende Welle, wie erwähnt, in Umdrehung setzte.

Bei dem beschriebenen Apparate war es nicht möglich, die progressive oder Stoßgeschwindigkeit des Anemometers über 10 Meter pro Secunde zu steigern. Um die Anemometer auch für größere Geschwindigkeiten zu justiren, bediente sich Morin daher eines kleinen Ventilators von 0,3 Meter Durchmesser mit ebenen, radialen Schaufeln und ließ durch diesen Ventilator Luft in ein cylindrisches Rohr treiben, dessen Querschnitt ebenso groß war, daß das Anemometer darin angebracht werden und sich drehen konnte. Hierbei war darauf Rücksicht genommen, daß die Luft in jenem cylindrischen Rohre genau dieselbe Geschwindigkeit hatte, wie bei'm Austritt aus dem Gehäuse des Ventilators in das daran angebrachte Ansatzrohr von rectangulärem Querschnitte. Der Ventilator wurde durch eine kleine Dampfmaschine bewegt und machte von 127—2220 Umdrehungen pro Minute. Dabei erhielt man Luftgeschwindigkeiten bis zu 40 Meter pro Secunde, was das gewöhnliche Bedürfniß weit überschreitet und fand, daß die zuerst bestimmten Geschwindigkeiten v zu den nach dem zweiten Verfahren bestimmten v, unter übrigens gleichen Umstän-

den, stets in demselben Verhältniß standen, d. h., stets $\frac{v}{v_1}$ = einer Constanten k war. Ueberdieß ergab sich aber bei diesen Versuchen, daß ein gewisses constantes Verhältniß zwischen der Rotationsgeschwindigkeit der Ventilatoren und der Geschwindigkeit der Luft Statt findet, welche sie in ein Rohr treiben oder daraus herbeisaugen; dieses Verhältniß hängt übrigens nicht bloß von den Dimensionen solcher Röhren, sondern auch von der Größe der centralen Admissionsöffnungen ab. Darüber wird Morin später berichten. Mit Zugrundelegung der hierbei erhaltenen Resultate wird es später sehr leicht sein, Anemometer zu justiren.

Einrichtung des Ventilationsapparates im großen Amphitheater. — Die Ventilation des großen Locales ist mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden, wenn man berücksichtigt, daß sich Abends 700—800 Zuhörer und selbst noch mehr darin versammeln, und daß die Heizung dergestalt einzurichten ist, daß bei zwei aufeinanderfolgenden Vorträgen die Temperatur dieselbe bleiben muß, wenngleich die Zahl der Zuhörer in Beiden eine verschiedene ist. Eine vor mehren Jahren angebrachte Vorrichtung hat den Erwartungen nicht vollständig entsprochen. Die Saugröhren hatten kaum 0,65 Quadratmeter und der Schornstein 0,49 Quadratmeter Querschnittsfläche; nach dem oberen Theile fand kein Zug Statt. In Folge dieser zu beschränkten Verhältnisse stieg die Temperatur beträchtlich und die Luft wurde in den oberen Theilen des Amphitheaters schädlich; oftmals wurden Zuhörer unpäßlich. Morin verständigte sich deßhalb mit dem Architecten des Conservatoriums und es wurde eine Abänderung der bisherigen Einrichtung von Hrn. Leon Duvoir verlangt.

Das große Amphitheater des Conservatoriums wird während der Zeit der öffentlichen Sitzungen bis zu einer Temperatur geheizt, welche nicht unter 15° betragen darf und sich gewöhnlich bis zu 20° erhebt, wenn darin 800 Personen versammelt sind, wie es bei gewissen Vorträgen gewöhnlich der Fall ist. Die Temperatur muß aber nothwendig in allen, sowohl den unteren, als den oberen Theilen, dieselbe sein, und ferner ist es wichtig, daß, ohne das Auditorium zu geniren, eine hinreichende Quantität Luft herausgezogen wird, um jede unangenehme Ausströmung zu beseitigen. Um dieß zu erreichen, hat Duvoir an dem unteren Theile der Stufen des Amphitheaters unter den Füßen der Zuhörer Zugöffnungen durchgebrochen, welche mit den Röhren in Verbindung stehen, die unter den Stufen hinlaufen. Solcher Oeffnungen giebt es 39, wovon 34 eine Größe von 0,08 Meter bei 0,20 Met. haben und auf die zwei Drittel der Höhe des Amphitheaters vertheilt, die anderen 5 aber unter der ersten Stufe gelegen sind und eine Größe von 0,150 Met. bei 0,60 Met. haben. Alle diese Röhren vereinigen sich in einem unter dem Amphitheater liegenden Raume, welcher den Warmwasserheizungsapparat enthält. In diesem Raume und in einer Höhe von 0,50 Met. über dem Boden befinden sich vier Zuglöcher, welche vier verticalen Röhren angehören, die sich in einem einzigen horizontalen Rohre vereinigen, das mit einer großen Zugesse in Verbindung steht, worunter sich eine Feuerung befindet, die aber nur im Nothfalle gebraucht wird.

Warmwasserleitungsröhren mit verstärkten Theilen, die man Bouteillen nennt, gehen in den Boden der horizontalen Röhre, um die Luft darin zu erwärmen und die Saugung zu bewirken.

Die verticale Zugesse enthält zwei gußeiserne Röhren, wovon eine mit der Feuerung einer Dampf-

maschine in Verbindung steht, die andere aber als Anfang der Esse des Heizapparates dient. Diese beiden Röhren sind mit zwei anderen kleineren verbunden, welche die Esse des kleinen Hülfsapparats bilden, der den Zweck hat, den Luftzug zu bewirken oder ihn im Nothfalle zu beschleunigen. Außerdem war an der Decke des Amphitheaters über dem höchsten Theile der Stufen ein großes Zugloch angebracht, das mit einem horizontalen Rohre verbunden ist, welches in die große Esse ausmündet.

Die Querschnitte der Abzüge der von dem Amphitheater ausgetriebenen Luft haben eine Totalfläche von 1,652890 Quadratmeter, der freie Querschnitt in der Zugesse beträgt 0,946 Quadratmeter und folglich nur $\frac{0,946}{1,653} = 0,57$ desjenigen der Zuglöcher, was eine Beschleunigung der Geschwindigkeit an der Ausmündung der Röhren in die Esse nothwendig macht. Es ist indessen begreiflich, daß es schwierig ist, dieses Uebel zu beseitigen, ohne der Esse viel bedeutendere Dimensionen zu geben und folglich sehr viel Kosten darauf zu verwenden.

Das bei den Versuchen befolgte Verfahren war folgendes: Um die durch diese fünf Oeffnungen strömende Luftquantität zu bestimmen, erkannte man es bald bei den ersten Versuchen als ziemlich nothwendig, die Beobachtungen eine lange Zeit hindurch fortzusetzen, um sich vor den sehr beträchtlichen Störungen sicher zu stellen, die sich in der Luftbewegung erzeugen. Es geschieht in der That manchmal, daß auf eine ziemlich große Geschwindigkeit ohne anscheinende Ursache eine sehr geringe Geschwindigkeit folgt. Auch wurde es ferner außer Zweifel gestellt, daß es nothwendig ist, die Anemometer in den Leitungen in solcher Entfernung von ihrem Anfange an aufzustellen,

die wenigstens der Breite gleich ist, damit sie bei einem Theile der Strömungen oder der Fäden des Fluidums ziemlich parallel gehen. Da fünf Anemometer zur Disposition waren, so stellte man vier davon in den Röhren der inneren Kammer auf; der fünfte diente zu den Beobachtungen in der oberen Röhre.

Gleichzeitig als man die Geschwindigkeit bei'm Ausströmen der Luft beobachtete, wurde von der Temperatur des Amphitheaters, und zwar unten und oben, dann auch von der Zahl der anwesenden Personen und endlich der Temperatur der Luft sowohl in den Röhren, als außerhalb Notiz genommen.

Bei den Versuchen, welchen die größten Luftvolume lieferten, überstieg die Geschwindigkeit nicht viel 2 bis 2,15 Meter in den Röhren, und bei jenen Versuchen, welche weniger gaben, fiel diese Geschwindigkeit nicht unter 1 oder 1,10 Meter herab.

Am 12., 14. u. 27. Februar, an welchen Tagen die Temperatur einen sehr niederen Stand, beinahe 0, hatte, wuchs das Luftvolum mit der Zahl der Zuhörer, jedoch in schwachem Verhältnisse, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	12.	14.	27. Februar.
Zahl der Zuhörer	450	775	800—850
Ausgeströmte Luft in 1 Stunde	10350	11657	12711 Cub.=Met.

Folglich ist der wahrhafte Einfluß der Zahl der Zuhörer im gegenwärtigen Falle nicht groß genug, als daß es unumgänglich nothwendig wäre, ihn bei der Herstellung dieser Apparate zu berücksichtigen. Ohne Zweifel würde es nicht derselbe Fall bei Versammlungen sehr zahlreicher Personen sein, die durch eine starke Bewegung erhitzt sind.

Wenn man annimmt, daß die Luft bei einer mittleren Temperatur von 17° unter einem Drucke

von 1,033 Kilogr. pro Quadratcentimeter austritt, so würde ihre Dichtigkeit ungefähr 1,222 Kilogr. pro Cubikmeter betragen.

Das Maximum der in der Stunde ausgeströmten Luft wurde mit 12711 Cub.=Met. oder $\frac{12711}{3600}$ = 3,53 Cub.=Met. in 1 Secunde bei der Geschwindigkeit von 2,17 Meter in der Röhre und 3,76 Met. ungefähr in der Esse gefunden. Es geht daraus hervor, daß die mechanische Leistung, welche dem Nutzeffect der Ventilation entspricht, nur 3,134 Meter-kilogr. beträgt. Dieses Resultat beweis't, daß es bei Ventilationen dieser Art unnütz wäre, von der Anwendung der durch mechanische Motoren in Bewegung gesetzten Ventilatoren Gebrauch zu machen; nur wenn die auszulassenden Luftquantitäten viel bedeutender wären, könnte daraus einiger Vortheil entspringen.

Beständigkeit der Temperatur. — In Folge der Wirkung der Luftcirculation und des unten viel bedeutenderen Luftzuges als oben wurde die Temperatur des Amphitheaters, sowohl unten als oben, immer fast auf gleicher Höhe gehalten. Die Unterschiede betrugen niemals mehr als $1^{0},5$ bei 20^{0} der höchsten Temperatur.

Reinheit der Luft. — Man hat ebenfalls bemerkt, daß ungeachtet des großen Andranges des Publicums, das zum großen Theil aus Handwerkern bestand, welche den ganzen Tag in ihren Werkstätten zugebracht, die Luft nicht unrein und nicht mit unangenehmen Gerüchen geschwängert war.

Ausgeströmtes Luftvolum pro Person. Das Volum abgeführter und folglich ersetzter Luft betrug an den Tagen der zahlreichsten Versammlungen und bei den kräftigsten Ventilationen:

Februar.	Personen.	C.=M.		C.=M.
am 14.	bei 775	11658	pro St. u. folgl. pro Person	15,10
„ 18.	„ 850	12711	„ „ „ „ „ „	15,00
„ 27.	„ 800	12550	„ „ „ „ „ „	15,60
Folglich pro Person und pro Stunde durchschnittlich				15,23

Bei minder kräftiger Ventilation waren die Luftvolume folgende:

März.	Personen.	C.=M.		C.=M.
am 7.	bei 800	7134	pro St., folglich pro Person	8,9
„ 8.	„ 800	7384	„ „ „ „ „	9,2
„ 12.	„ 800	9556	„ „ „ „ „	11,0
			Durchschnittlich:	10,0 pro Person.

Obgleich die Luft im letzteren Falle nicht verdorben war und kein Geruch bemerkt wurde, so glaubt Morin dennoch, daß bei den Ventilationsentwürfen das größte ermittelte Verhältniß, das von 15 bis 16 Cubikmeter pro Stunde und pro Person, als Basis angenommen werden müsse. Man könnte es, nach seiner Meinung, selbst noch erhöhen, wenn die Luftzüge zahlreicher angelegt würden, damit die Geschwindigkeit der Luftströmung, die durch einen jeden derselben hervorgebracht wird, für das Publicum beinahe unmerklich würde.

Diese Bedingung bezieht sich jedoch nur auf Amphitheater oder solche Orte, welche von ganz gesunden und nicht von kranken, besonders verwundeten Personen besetzt sind. Morin hat es durch frühere specielle Versuche nachgewiesen, daß im Hospital Beaujon das in jeder Stunde ausgeströmte Luftquantum zwischen 40 und 60 Cubikmeter pro Kranken und Stunde abwechselte und daß es kaum hinreichend war, wenn es nicht zu viele Verwundete gab.

Ausgeleertes Luftquantum pro Quadratmeter der Abzüge. — Da die vorstehende Darstellung die gesammten Oberflächen der Abzugsquerschnitte und die durchschnittlichen Geschwindigkeiten

angegeben, so ist es leicht, darnach das pro Quadratmeter Durchschnitt der Röhren enthaltende ausgeleerte Luftquantum zu berechnen, was ein sehr wichtiger Gegenstand bei der Herstellung der Ventilatoren ist. Vereinigt man diese Resultate, so erhält man die folgenden Zahlen:

Datum.	Ausgeströmtes Totalvolum pro Stunde.	Ausgeströmtes Volnm pro Q.-M. Durchschnitt.	Durchschnittliche Geschwindigkeiten	
			in den horizontalen Röhren.	in der Esse.
	C.-Met.	C.-Meter.	Met.	Met.
18. Februar	12711,116	7700	2,17	3,81
27. "	12550,460	7600	2,12	3,12
1. März	11976,784	7250	2,02	3,54
Schwache Ausleerung.				
7. März	7133,94	5300	1,47	2,58
8. "	7384,39	5540	1,52	2,67
12. "	9556,39	7100	1,98	3,45

Es muß hinzugefügt werden, daß das angewendete Zugfeuer gewöhnlich nur ziemlich schwach unterhalten wurde und daß die Heizung der Esse durch das bloße Heizrohr, die der horizontalen Röhren aber durch die mit warmem Wasser gefüllten Röhren und Bouteillen hinreichend erschien.

Es ist zu bedauern, daß die Quantitäten der in der Feuerung verbrannten Kohle nicht besonders gemessen worden sind. Die Gesammtmasse der von der Heizung und Ventilation consumirten Kohlen variirte täglich von 180—228 Kilogr. oder durchschnittlich 200 Kilogr. pro Tag.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß die für die Ventilation des öfters 800—900 Zuhörer

enthaltenden großen Amphitheaters im Conservatorium der Künste und Gewerbe angenommenen Vorrichtung folgende Resultate gegeben hat:

1) die Temperatur wurde bis auf ein sehr Geringes in allen Theilen des Amphitheaters gleich erhalten;

2) in keinem Falle erschien die Luft darin als eine verdorbene und mit bösen Gerüchen angefüllte;

3) das pro Stunde und pro Person ausgeströmte Luftquantum erhob sich bis 15,23 Cubikmeter im Falle der größten Ausleerungen und auf 10 Cubikmeter bei den schwächsten Ausleerungen.

Diese Resultate, welche den gesunden Aufenthalt des Amphitheaters, trotz der Anwesenheit einer so großen Anzahl von Zuhörern und des Brennens von 48 Carcell'schen Lampen, sichern, beweisen es also, daß der Apparat des Hrn. Leon Duvoir den Bedingungen einer guten Heizung und einer reichlichen Ventilation entspricht.

Unterschied zwischen Luftheizung und Ofenheizung, in ihrer Einwirkung auf die Zusammensetzung der Luft in den geheizten Räumen.

Ueber diesen wichtigen Gegenstand wurden auf Befehl des regierenden Königs von Bayern, von dem Prof. Hrn. Max Pettenkofer zu München Versuche angestellt, die im 119. Bde. von Dingler's polytechn. Journale genau beschrieben worden sind, aus welcher Beschreibung wir hier das Nachstehende mittheilen.

Es stand in Aussicht, daß die Resultate mehr negativer als positiver Natur sein möchten; denn was sollte es für einen Unterschied in der Zusammensetzung der Luft verursachen, ob dieselbe durch eine im Zimmer befindliche Wärmequelle, oder ob sie außerhalb

des Zimmers erwärmt und als erwärmte Luft in das Zimmer geleitet wird? Von einer bemerkbaren Desoxydation der Luft durch das erhitzte Eisen des Heizofens der Luftheizungen, ebenso von einer Zersetzung des in der Luft enthaltenen Wassergases durch das erhitzte Eisen kann keine Rede sein, und es muß dieser unter den Laien in der Chemie ziemlich allgemein verbreitete Glaube, besonders so weit er die Wasserzersetzung anlangt, als falsch bezeichnet werden. Würde die Eisenfläche des Heizofens jährlich nur so viel Sauerstoff, als ein athmender Mensch während drei Monaten aus der Atmosphäre zieht und in Kohlensäure und Wasser umwandelt, zur Bildung von Eisenoxyd verbrauchen, so würde dieser Sauerstoff hinreichen, um 438 Pfd. Eisenoxyd zu bilden, — eine Menge, hinter welcher die wirklich wahrnehmbare so weit zurückbleibt, daß die angedeutete Desoxydation der zu erhitzenden Luft hierdurch ohne allen practischen Belang sein muß. Von einer Zersetzung des in der Luft enthaltenen Wassergases durch das vielleicht stellenweise schwach glühende Eisen des Heizofens und dadurch bedingtes Entstehen von Wasserstoffgas und Austrocknung der Luft kann ebensowenig die Rede sein, obwohl man von Laien öfter davon sprechen hört, weil neben noch andern Gründen das Eisen sich immer leichter auf Kosten des freien Sauerstoffes der Luft, als durch den im Wasserdampfe chemisch gebundenen oxydiren wird. Die Verbrennung organischer Staubtheile u. s. w. kann bei dem ohnehin kaum nachweisbaren Gehalte der Luft an diesen wieder keinen Grund für eine Differenz zwischen Luft- und Ofenheizung abgeben, da hierzu ohnehin auch unsere Stubenöfen (besonders die eisernen) häufig Gelegenheit geben würden.

Die einzige, öfter wiederkehrende, Klage, die durch das allgemeine Urtheil eine Berechtigung zu haben schien, ist die über Trockenheit der Luft in

Zimmern, die beständig mit heißer Luft erwärmt werden, im Vergleiche mit solchen, welche mittelst gewöhnlicher Oefen und anderer Heizapparate, die nur Wärme in die Luft des Zimmers führen, erwärmt werden. Aber auch dieser Klage mußte nach dem bisherigen theoretischen Raisonnement die Berechtigung abgesprochen werden.

Da wir unsere Atmosphäre nach Allem, was wir bisher darüber erfahren haben, als ein Gemisch von Stickstoffgas und Sauerstoffgas in einem fast überall gleichen, unveränderlichen Verhältnisse, mit wechselnden geringen Mengen von Wasserstoffgas und Kohlensäuregas betrachten müssen, da ferner kein Grund abzusehen ist, warum Ofenheizung oder Luftheizung auf das relative Verhältniß zwischen Stickstoff und Sauerstoff verschiedene Einflüsse äußern könnten, so glaubte Hr. Pettenkofer allen wissenschaftlichen Anforderungen zu entsprechen, wenn er die beiden variablen Größen in der Luft, Kohlensäure und Wasser, genaueren Bestimmungen unterwarf. Auf das Vorhandensein von organischen und sonstigen verbrennbaren Stoffen in der Atmosphäre hatte Derselbe bei einigen Versuchen gleichfalls Rücksicht genommen.

Es wurde folgender Apparat zusammengestellt:

Ein Aspirator, aus Kupferblech gefertigt, war dazu bestimmt, Luft durch ein System von Röhren zu saugen, in welchen Wasser und Kohlensäure der Luft vollständig absorbirt wurden. Er wurde zu diesem Zwecke mit Wasser gefüllt und, wenn man ihn in Thätigkeit setzen wollte, ein zum Ablassen des Wassers bestimmter Hahn geöffnet. Das Wasser wurde in eine große Glasflasche abgelassen, deren Cubikinhalt zuvor genau bestimmt worden war und aus dem Volum des abgelassenen Wassers die durch die Röhren getretene Luft bemessen, deren Volum unter Berücksichtigung vom Barometer- und Thermometerstande

und der Tension des Wasserdampfes, auf 0° C. und 760 Millimeter Barometerstand berechnet wurde. Der abfließende Strom war bei den meisten Versuchen so geregelt, daß binnen zwei Stunden etwa 20 Liter Wasser aus dem Aspirator verdrängt wurden. Zuerst mußte die Luft durch zwei gewogene Kugelröhren strömen, von denen jede 8—10 Zoll lang mit neutralen Chlorcalcium gefüllt war. In diesen beiden Röhren wurde alles Wasser absorbirt.

Nun folgten zwei gleiche, ebenfalls gewogene, Röhren, mit befeuchteten Stücken von Kalihydrat gefüllt. Auf diese beiden folgte eine gewogene Chlorcalciumröhre. Die Gewichtszunahme dieser drei Röhren zusammen repräsentirte das Gewicht der Kohlensäure in der Luft. Pettenkofer machte hierbei die unerwartete Erfahrung, daß ein Strom von wasserfreier und nur wenig Kohlensäure haltender Luft von 20° C. an die Stücke von Kalihydrat zwar die Kohlensäure abgiebt, aber bei dieser Temperatur bereits bedeutende Quantitäten Wasser wieder aus dem wasserhaltigen festen Kalihydrat erhält. Den ersten Probeversuch, bei welchem nach den beiden Kaliröhren noch nicht wieder eine Chlorcalciumröhre folgte, machte Hr. Pettenkofer bei der hohen Zimmertemperatur von 22° C. und war sehr erstaunt, als nach Beendigung desselben die beiden Kaliröhren nicht nur nicht an Gewicht zugenommen, sondern sogar abgenommen hatten. In dem bei den spätern Versuchen angewendeten Chlorcalciumrohre fand sich das fortgeführte Wasser wieder condensirt.

Zwischen diesem dritten Chlorcalciumrohr und dem Aspirator wurde ein sehr langes viertes Chlorcalciumrohr eingeschaltet, welches das Zurücksteigen von Wasserdämpfen aus dem Aspirator in die gewogenen Röhren verhindern mußte.

Bei jenen Versuchen, wo auch auf die organischen Stoffe in der Luft Rücksicht genommen wurde, folgte auf das dritte Chlorcalciumrohr eine Verbrennungsröhre, die eine 2 Zoll lange Schicht von Kupferspänen enthielt, welche zuvor in Sauerstoffgas geglüht und dadurch in Kupferoxyd umgewandelt worden waren. Auf die Verbrennungsröhre folgte eine Chlorcalciumröhre a, eine Kaliröhre b und abermals eine Chlorcalciumröhre c, sämmtlich gewogen, sodann die vorhin erwähnte ungewogene vierte Chlorcalciumröhre. Das Kupferoxyd wurde während des Versuchs durch zwei große Fuchs'sche Lampen glühend erhalten. Die darauf folgende gewogene Röhre a sollte das durch Verbrennung gebildete Wasser, die Röhren b und c die gebildete Kohlensäure aufnehmen. Leider bemerkte Pettenkofer bei'm ersten Versuche, daß die Luft, trotz der Länge der Verbrennungsröhre, so heiß im Chlorcalciumrohr a ankam, daß aus diesem etwas Wasser entwich, mithin anstatt während des Versuches an Gewicht zuzunehmen, um einige Milligramme abgenommen hatte. Er erhielt somit in den Röhren b und c das durch Verbrennung der organischen Stoffe gebildete Wasser und die Kohlensäure zusammen. Die Größe war übrigens so unbedeutend, daß Herr Pettenkofer bei der ohnehin schon bedeutenden Länge des Apparates sich nicht bewogen fand, auch noch einen Kühlapparat für die Luft einzuschalten.

Es wurden zehn verschiedene Versuche angestellt und als deren Resultate theilen wir hier die Zusammensetzung der Luft mit.

Versuch I.

Stickstoff und Sauerstoff .	16530	Cubikcentimeter.
Wassergas	80,69	„
Kohlensäure	17,12	„

Versuch II.

Stickstoff und Sauerstoff .	18510	Cubikcentim.
Wassergas	113,27	"
Kohlensäure	27,19	"

Versuch III.

Stickstoff und Sauerstoff . .	32610	Cubikcentim.
Wassergas	167,13	"
Kohlensäure	62,43	"

Versuch IV.

Stickstoff und Sauerstoff . .	32840	Cubikcentim.
Wassergas	121,94	"
Kohlensäure	48,08	"

Versuch VII.

Stickstoff und Sauerstoff . .	16850	Cubikcentim.
Wassergas	181,98	"
Kohlensäure	6,79	"

Versuch VIII.

Stickstoff und Sauerstoff . .	16900	Cubikcentim.
Wassergas	132,46	"
Kohlensäure	5,28	"

Versuch IX.

Stickstoff und Sauerstoff . .	16650	Cubikcentim.
Wassergas	85,42	"
Kohlensäure , ...	17,12	"

Berechnet man diese auf gleiche Verhältnisse reducirten Gasvolume in der Art, daß man sucht, wie viel auf 1 Cubikcentimeter (= 1,000,000 Cubikcentimeter) kohlensäure= und wasserfreie atmosphärische Luft bei jedem Versuche sich Wassergas und Kohlensäure, in Cubikcentim. ausgedrückt, ergab, so erhält man:

	Wassergas.	Kohlensäure.
Versuch I.	4881	1035
„ II.	6119	1469
„ III.	5125	1915
„ IV.	3713	1464
„ VII.	10800	403
„ VIII.	7837	312
„ IX.	7707	1483
„ X.	5130	1028

Betrachtet man zuvörderst die Verschiedenheiten im Wassergehalte, so fällt auf, daß die wärmere Luft auch immer die wasserreichere ist, daß sie durch das Erwärmen Wasser aufnimmt.

In dem Versuche I ergab die Zimmerluft, nachdem sie mittelst heißer Luft auf 16° R. erwärmt war, auf 1 Cubikmet. reine atmosphärische Luft 4881 Cubikcentimet. Wassergas, während nach dem Versuche II die zur Heizung benutzte heiße Luft, auf das nämliche Verhältniß bezogen, 6119 Cubikcentim. Wassergas enthielt. Diese beiden Zahlen verhalten sich wie 1 : 1,2536 — mit andern Worten, die Heizluft enthielt 25 Proc. mehr Wasser, als die damit erwärmte Zimmerluft — der Wassergehalt dieser als 100 angenommen. Diese beiden Versuche wurden zwar nicht an ein und demselben Tage ausgeführt,

weßhalb man ihre Beweiskraft nicht stark genug finden könnte, aber ihre Glaubwürdigkeit wird dadurch wieder erhöht, daß diese beiden Tage meteorologisch einander so ähnlich waren, wie oft kaum Stunden eines und desselben Tages.

Im Versuche III und IV tritt die Zunahme des Wassergehaltes der Luft mit der Temperaturerhöhung noch auffallender hervor. Der Versuch IV giebt die Wassermenge der freien Luft an, bevor sie in den Heizapparat eintritt; der Versuch III giebt die enthaltene Menge Wassergas an, wenn die Luft, aus dem Heizapparat kommend, in das zu erwärmende Gemach austritt. Die beiden Größen verhalten sich wie 1 : 1,3802 — oder die Differenz der beiden verglichenen Größen beträgt 38 pCt.

Es muß hier ausdrücklich bemerkt werden, daß die Lufterheizung in der königl. Residenz in München in der Art eingerichtet ist, daß nie die bereits erwärmte Luft aus den Gemächern wieder über den Heizofen geführt und da nochmals erwärmt und zum Heizen benutzt wird, sondern es strömt fortwährend frische Luft aus dem Freien über den Heizofen und steigt als Heizluft in den gemauerten Canälen auf, um in den zu beheizenden Räumen verwendet zu werden. Aus Gesundheitsrücksichten wird die Luft, welche in den sogenannten Abzugscanälen der Meißner'schen Luftheizung strömt, welche sich meist nahe am Boden der Gemächer befinden, nicht mehr über den Heizofen, sondern geradezu in's Freie geführt.

Der Wassergehalt der Luft des unbeheizten Saales in der Universität, welcher mittelst eines Ofens erwärmt werden konnte, betrug auf 1 Cubikm. reine atmosphärische Luft, nach Versuch VIII, 7837 Cubikcentimeter Wassergas und erhöhte sich durch das Erwärmen der Luft (Versuch VII) auf 10800 Cubikcentimeter, d. i., um 49 Procent der ersten Größe.

Im Versuche IX u. X stieg ebenso der Wassergasgehalt von 5750 auf 7707 Cubikcentim. oder um 50 Proc. durch das Erwärmen der Luft. Woher nun diese Vermehrung des Wassergehaltes bei Erhöhung der Temperatur der Luft?

Wenn die Luft dadurch, daß sie über eine heiße eiserne Fläche und erwärmt sodann durch gemauerte Canäle zieht, um mehr als ein Dritttheil wasserreicher wird, so bleibt keine andere Annahme zulässig, als daß das Wasser von den Wandungen der Canäle abdunstet, — daß den Steinen und dem Mörtel dieses Wasser von der heißen Luft entzogen wird. Wenn der Wassergehalt der Luft eines unmöblirten und unbewohnten Zimmers dadurch, daß man derselben durch den darin befindlichen Ofen nichts Anderes zuführt, als Wärme, um 60 Proc. derjenigen Größe zunimmt, welche vor dem Einheizen in der Luft des Zimmers vorhanden war, so bleibt keine andere Annahme übrig, als daß dieses Wasser von der Oberfläche der Zimmerwandungen in der wärmeren Luft abgedunstet ist.

Es ist eine unbestrittene Thatsache, daß alle gebräuchlichen Mauersteine und alle üblichen Wandbekleidungen hygroskopisch sind. Zugleich kann nicht bestritten werden, daß die hygroskopische Eigenschaft solcher Körper mit der Erhöhung der Temperatur der umgebenden Luft abnimmt, mit der Erniedrigung derselben hingegen zunimmt. Gewöhnliches lufttrockenes Holz enthält bei einer Lufttemperatur von 8 bis 12° C. etwa 20 Gewichtsprocente Wasser hygroskopisch gebunden. Erhöht man die Lufttemperatur auf 100° C., so überwiegt die Tension des Wasserdampfes zur Luft die hygroskopische Eigenschaft des Holzes, welches bei dieser Temperatur vollkommen ausgetrocknet werden kann. Läßt man die Luft, welche das Wasser des Holzes enthält, in Berührung mit dem Holze, wieder auf 8° C. erkalten, so entzieht dasselbe

bei dieser Temperatur der Luft, wenn diese auch sehr weit von ihrem Sättigungspuncte mit Wasserdampf entfernt ist, wieder Wasserdampf, bindet Wasser hygroskopissch und erlangt dadurch wieder sein früheres Gewicht.

Das Chlorcalcium besitzt bekanntlich höchst hygroskopische Eigenschaften, jedoch auch nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen. Warme Luft durch Chlorcalcium auszutrocknen, gelingt viel weniger als kalte.

Das Bestreben der hygroskopischen Körper, Wasser aus der Atmosphäre zu condensiren, und das Bestreben der Luft, wasserhaltige Substanzen auszutrocknen, verändert sich demnach gegenseitig sehr durch Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur und zwar im verkehrten Verhältnisse; denn sowie die Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, mit zunehmender Wärme wächst, in demselben Maße verschwindet die Fähigkeit der hygroskopischen Körper, hygroskopisch gebundenes Wasser zurückzuhalten. Denkt man sich einen großen cubischen Raum mit hygroskopischen Körpern begrenzt, z. B., Ziegelsteinen, und mit feuchter Luft von 12° R. gefüllt, so werden die hygroskopischen Körper jedenfalls der Luft Wasser bis zu einem gewissen Grade entziehen. Ist nach einiger Zeit ein Zustand des Gleichgewichtes zwischen der wasseranziehenden Kraft des Ziegelsteines und der der Luft eingetreten und wird die Temperatur des Raumes erhöht, so wird dieses Gleichgewicht wieder gestört und die Ziegelsteine verlieren wieder Wasser an die Luft. — Dieses Experiment machen Alle, welche ein kaltes Zimmer im Winter heizen, wenn auch nicht Alle einerlei Erklärung geben. Es ist Allen bekannt, daß die Fenster eines Zimmers im Winter so lange klar bleiben, sich nicht mit Wasserdunst oder Eis belegen, so lange dasselbe nicht geheizt wird. Mit der ersten Empfindung der Wärme aber, welche ein Ofen in

einem solchen Zimmer verbreitet, beobachtet man auch, daß die Fenster anfangen zu schwitzen, zu thauen. Die Luft des kalten Zimmers war vor dem Einheizen nicht so wasserreich, daß sie bei der Temperatur (angenommen von 0° R.), welche den Fensterscheiben von der äußern Luft mitgetheilt war, Thau hatte absetzen können; — aber während sie wärmer wurde, z. B., um 10° R., ist sie auch wasserreich geworden, denn sonst könnte die 10° R. warme Luft nicht thauen, wenn sie an den Fensterscheiben wieder auf 0° R. abgekühlt wird. Daß an dieser Vermehrung des Wassergehaltes der Zimmerluft durch Einheizen nicht etwa die Gegenwart athmender und ausdünstender Menschen Ursache ist, davon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man das Zimmer erst nach einiger Zeit, nachdem das Feuer im Ofen zu brennen und so Wärme zu verbreiten angefangen hat, betritt. — Wenn man diese Beobachtung machen will, darf man natürlich nicht so lange warten, bis die Fensterscheiben die mittlere Temperatur zwischen der äußeren freien kalten und der warmen Zimmerluft angenommen haben, weil diese Temperatur nur in den selteneren Fällen hinreicht, eine 14—15° R. warme Zimmerluft zum Thauen zu bringen, es müßte denn die äußere Luft sehr kalt oder die innere sehr feucht sein. Bei dem siebenten und achten Versuche zeigte sich die Wirkung einer wärmeren Luft auf die Wände des Zimmers sehr augenfällig. Vor dem Einheizen (VIII) waren auf 1 Cubikm. reine Luft 7837 Cubikcentim. Wassergas enthalten, nach dem Einheizen (etwa nach 2 Stunden) 10800 Cubikcentim. Wassergas — oder über $\frac{1}{3}$ mehr.

Um einen für manchen Leser vielleicht passenden Maßstab abzugeben, kann berechnet werden, wie viel Wasser, dem Gewichte nach, bei'm Versuche VIII und bei'm Versuche VII, mithin vor und nach dem Ein-

heizen in der Luft des Zimmers vorhanden war. — Nimmt man den Cubikinhalt des Hörsaales zu nahe 20,000 Cubikf., so berechnet sich der Wassergehalt dieser Luftmasse vor dem Einheizen auf 5 Pfund (= 2½ Maß) Wasser, — nach dem Einheizen auf 7 Pfd. (= 3½ Maß). Die Erwärmung des Zimmers bis zum bezeichneten Temperaturgrade war binnen zwei Stunden vor sich gegangen, — mithin waren innerhalb der Zeit von zwei Stunden 2 Pfunde (1120 Gramm.) Wasser verdampft.

Es ist durch diese Thatsachen, die sich bei allen Untersuchungen constant zeigten, hinlänglich erwiesen, daß die Luft durch Erwärmen in einem mit hygroskopischen Körpern umschlossenen Raume zugleich wasserhaltiger wird. Mit der nämlichen Gewißheit darf man behaupten, daß mit dem Sinken der Temperatur eine entsprechende Menge Wasser der Luft von den hygroskopischen Körpern wird entzogen und wieder verdichtet werden. — Das Wasser, was den Wänden eines Zimmers durch Einheizen, durch Erwärmen der Luft entzogen wird, wird denselben bei'm Abkühlen größtentheils wieder zurückgegeben, um bei abermaligem Erwärmen neuerdings zur Befeuchtung der Luft zu dienen. Was übrigens an Feuchtigkeit durch Austreten der Luft, die sich während des Erwärmens ausdehnt, durch Thüren, Fenster u. s. f., was durch Einströmen kalter, jedenfalls wasserärmerer Luft, und durch Ausströmen warmer, wasserreicherer Luft durch eben solche Oeffnungen verloren geht, dieser Wasserverlust muß wieder ersetzt werden, wenn die Wände einer Wohnung nicht nach und nach bei länger fortgesetztem Heizen die Fähigkeit verlieren sollten, Wasser an die erwärmte, höchst wasserarme Winterluft abzugeben. — Wenn unsere Heizungen die Winterluft von etwa — 6° R. nur 20° R. wärmer und nicht zugleich feuchter machen würden,

so wäre unserem Organismus mehr Unbehaglichkeit bereitet; denn wir würden uns fühlen, als wären wir in warmen Sand gesteckt, um getrocknet zu werden. Warme und sehr trockene Luft zieht Wasser ebenso leicht und schnell aus der Oberfläche der Haut der Menschen, als aus andern wasserhaltigen Körpern.

Das durch den Luftwechsel aus unseren Wohnungen im Winter in's Freie entführte Wasser wird durch die hygroskopische Eigenschaft unserer Mauersteine, überhaupt des Materials, dessen wir uns zum Baue menschlicher Wohnungen bedienen, gewiß wieder von der äußern Atmosphäre her compensirt. — Unsere Gebäude wirken auf das atmosphärische Wasser im Kleinen ebenso, wie die Gebirge im Großen, beide wirken als hygroskopische Körper. Die Quellenbildung, welche wir bei den Gebirgen im großen Maßstabe antreffen, können wir im Kleinen oft an unseren Wänden beobachten. — Wir beobachten oft in beträchtlicher Höhe über der Erde einen feuchten Fleck in einer Wand und ringsherum ist jede Stelle trocken. Fast alle Ingenieure sind der Meinung, daß die Ursache, welche am Häufigsten feuchte Mauerstellen hervorrufe, in der Regel in der zu dichten Beschaffenheit der Mauersteine, z. B., verglas'ter Ziegelsteine, liege. Im Kreidegebirge, im Sandboden u. s. w. kommen nur dort Quellen zu Tage, wo diese porösen und sehr hygroskopischen Körper von andern dichter geschlossenen Massen unterbrochen werden, welche nicht mehr soviel hygroskopisch verschluckt halten können, sondern es auf ihrer Oberfläche in Tropfen erscheinen lassen.

Die Gebirge führen das von ihren Gipfeln und Oberflächen condensirte Wasser abwärts: — daß auch unsere Gebäude es thun, kann nicht bezweifelt werden. Zu München im englischen Garten wurde vor einigen Jahren ein Haus auf sehr feuchtem Grunde gebaut.

Um zu verhindern, daß etwa durch Capillarattraction der Ziegelsteine Wasser in die Wände hinaufgezogen würde, hat man am Ende des Sockels eine Asphaltlage, statt einer Mörtellage, angewendet, als einem für Feuchtigkeit undurchdringlichen Körper. An diesem Gebäude nun zeigt sich schon seit Jahren das sonderbare Phänomen, daß nicht unter der Asphaltlage, sondern gerade über der Asphaltlage ringsherum ein handbreiter feuchter Streifen geht, der sowohl im Sommer als im Winter zu beobachten ist. Darunter und darüber ist die Mauer wieder trocken. Es kann dieses von keiner andern Ursache herrühren, als daß die über der Asphaltschicht befindliche Steinlage alles Wasser der vielen darüberliegenden empfängt, aber der nächsten nach Unten nicht mittheilen kann, daß die Leitungsfähigkeit für Wasser durch die Asphaltschicht unterbrochen ist. Ebenso wie ein Tuffgebirge u. s. w. durch ein Thonlager unterbrochen wird, zeigt sich hier, wenn auch im kleinsten Maßstabe, eine Quellenbildung dadurch, daß eine in die Luft ragende Mauer aus Ziegelsteinen und Mörtel von einer Asphaltlage unterbrochen wird. Es scheint deßhalb ein trockener Grund zur Trockenheit der Wände vorzüglich insofern beizutragen, als er fähig ist, das von der Wand mitgetheilte Wasser beständig zu absorbiren.

Aus den hier angedeuteten Gründen ist die Wahl des Bausteins und möglichste Gleichförmigkeit desselben in seiner innern Structur so wichtig für das, was man gewöhnlich Salubrität einer Wohnung nennt. Eine gewisse Gleichförmigkeit, trotz verschiedenem Baumaterial, erzielt der Mensch dadurch, daß er die Wände, sie mögen nun aus Holz, aus Bruchsteinen oder Backsteinen erbaut sein, meist mit ein und demselben Material überkleidet, nämlich mit Mörtel, der als ein Gemenge von Sand und Kalkhydrocarbonat in ziemlich unveränderlichen Verhältnissen betrachtet werden

kann. Dieser Kalkmörtel ist bekanntlich ein hygroskopischer Körper. Man liebt durchgehends nur hygroskopische Substanzen zur Verkleidung der Wohnungen. Unsere Papiertapeten sind sehr hygroskopisch; und wenn wir auch nicht hygroskopische Gewebe, wie Seide, hie und da zur Ueberkleidung der Wände benutzen, so darf man nicht vergessen, daß diese Ueberzüge höchst porös sind und daß die Mörtelwand sich nicht unmittelbar hinter ihnen befindet. — Eine Wandverkleidung mit Wachstuch, Metall, Glas u. s. f. würde eine höchst lästige für unser Befinden sein. Ein Haus, dessen Wände polirter Granit sind, paßt für keinen Sterblichen zur Wohnung. Ein gewisses richtiges Gefühl, was den Menschen, trotz aller Raffinerie, nie verläßt, wird uns auch ferner vor der Einführung gußeiserner Wohnhäuser schützen, wovon man schon hie und da gesprochen hat.

Ein gewisses Quantum von hygroskopisch in unsern Wänden aufgespeichertem Wasser ist nothwendig, wenn die Erwärmung der höchst wasserarmen Winterluft in unsern Wohnungen auf die Temperatur des Sommers unsern Organismus nicht in eine unnatürliche Atmosphäre bringen soll. In dem Maße, als wir die Winterluft der Sommerluft durch Temperaturerhöhung ähnlicher zu machen streben, müssen wir auch durch Vermehrung der Feuchtigkeit diese Aehnlichkeit zu vermehren streben. Es zeigen die Beobachtungen über den Feuchtigkeitszustand der Luft zu verschiedenen Zeiten des Jahres, daß er mit der Temperatur fällt und steigt. Man hat, z. B., in München im Monat Januar durchschnittlich die niedrigste Temperatur und den geringsten Wassergehalt in der Luft (in 1 Cubikmet. Luft 4,3 Gramm. Wasser), während man im Monat Juli die höchste Temperatur und den höchsten Wassergehalt hat (in 1 Cubikmeter Luft 11,7 Gramm. Wasser). Für München ist die

mittlere Temperatur des Winters — 0,32° R., die mittlere Temperatur des Sommers + 14° R.

Die Luft im Freien ist nach zahlreichen Beobachtungen durchschnittlich mehr als halb gesättigt mit Wasserdampf (66—86 Proc.). Bei einer Temperatur von 16° R., welche die Zimmerluft bei'm Versuch I in der Residenz hatte, kann ein Cubikmeter Luft 17 Gramme Wasser enthalten. Die geheizte Zimmerluft enthielt aber bei dieser Temperatur nur 3,6 Gramme, oder nur 21 Proc. der ganzen möglichen Größe, während die Luft im Freien doch immer nahezu halb (d. i. zu 50 Proc.) gesättigt ist. — Bei'm Versuche IV war die Luft im Freien bis zu 38 Proc. mit Wasserdampf gesättigt, was eine sehr trockene Luft ist. — Bei dem Versuche VIII hatte man im Freien bei 9,8° C. 6,33 Gramm. Wasser in 1 Cubikmet. Luft oder 66 Proc. der Menge, wodurch die Luft gesättigt worden wäre; bei dem Versuche VII der erwärmten Luft des Hörsaals I in der Universität waren bei 16° R. in 1 Cubikmeter Luft 8,1 Gramm. Wasser, oder 47 Proc. der Sättigungsmenge.

Bei dem Versuche X im Freien 33 Procent Wasser; bei dem Versuche IX im geheizten Hörsaale II, welche den ganzen Winter über geheizt worden war, 34 Proc. der Sättigungsmenge.

Hr. Pettenkofer hat den größten Theil des Winter 1850/51 in einem gewölbten Zimmer des Erdgeschosses, welches mittelst eines Thonkachelofens mit eiserner Durchsicht geheizt wurde, zugebracht und den Aufenthalt daselbst stets behaglich gefunden. Er ermittelte häufig mittelst eines August'schen Psychrometers den Feuchtigkeitsgrad der bis 14 und 16° R. geheizten Zimmerluft und fand denselben stets zwischen 40 und 56 Proc. der Sättigungsmenge.

Es ist nun zuvörderst zu untersuchen, ob Gründe dafür aufgefunden werden können, daß die eine oder die andere der beiden in Frage stehenden Heizungsmethoden die Luft neben Wärme zugleich in höherem oder geringerem Grade mit Feuchtigkeit versieht, oder ob sich beide Methoden hierin ganz gleich verhalten. Die vorliegenden Resultate sprechen entschieden zu Gunsten der Ofenheizung. Selbst bei sehr großer Trockenheit der Luft im Freien (Versuch X 33 Proc.) zeigte die durch einen Zimmerofen geheizte Luft (Versuch IX) bei 16° R. dennoch 34 Proc. ihrer Sättigungsmenge. Hätte man die Luft aus dem Freien (von $10\frac{1}{2}$° R.) bloß erwärmt, ohne daß ihr zugleich mit der Wärme Wasser zugeführt worden wäre, so würde sie (Vers. X.) bei 16° R. nur 23 Proc. ihrer Sättigungsmenge enthalten haben. In dem Versuche I enthielt die durch Luftheizung auf 16° R. erwärmte Luft nur 21 Proc. ihrer Sättigungsmenge.

Da das Wasser, welches mehr in die Luft treten muß, während sie wärmer wird, in unsern Gebäuden hygroskopisch aufgespeichert ist, so handelt es sich einfach darum, ob ein Gebäude mehr durch Luftheizung oder durch Ofenheizung ausgetrocknet wird. — Jene Heizung wird offenbar mehr trocknen, welche einen größeren Luftwechsel im Gebäude verursacht. Dieses thut unstreitig die Luftheizung.

Wenn man einem Raume, der mit 1000 Cubikfuß Luft von 8° R. erfüllt ist, so viel Wärme zuführt, daß die Luft eine Temperatur von 14° R. annimmt, so dehnen sich diese 1000 Cubikfuß um 26 Cubikfuß aus, welche aus dem Raum entweichen müssen.

Heizt man die nämliche Luftmasse von 8° R. bis zu 14° R. mit heißer Luft von 37° R. (Versuch V), so braucht man mindestens 140 Cubikfuß von letzterer dazu. Nach vollbrachter Temperaturaus-

tauschung hat man (1000 + 26 Cubikf.) + (140 — 30 Cubikf.) = 1336 Cubikfuß. Es müssen deßhalb 136 Cubikfuß aus dem Raum entweichen.

Der Luftwechsel durch Ofenheizung und Luftheizung hervorgebracht, wird sich verhalten wie die Anzahl von Cubikfußen Luft, welche nach vollendeter Heizung aus dem Raum entweichen mußten, d. i., wie 26 zu 136 oder wie 1 zu 5. Der Luftwechsel ist daher bei Luftheizung fünfmal größer, als bei Ofenheizung (angenommen, daß der Ofen von Außen gefeuert wird).

Ein Gemach, 30 Fuß lang, 15 Fuß breit und 20 Fuß hoch, hält 9000 Cubikfuß Luft. Um diese Luftmasse mittelst heißer Luft nur einmal von 0° — 14° R. zu erwärmen, müssen nahezu 300 Cubikfuß Heizluft von 57° R. eingelassen werden und 2938 Cubikf. Luft von 14° R. entweichen, während bei Ofenheizung nur 574 Cubikfuß, mithin fünfmal weniger, zu entweichen haben.

Wenn daher einem Gebäude durch Heizung überhaupt die nöthige und nützliche Feuchtigkeit bis zu einem schädlichen Grade entzogen werden kann, so wird dieses bei der Luftheizung fünfmal leichter, als bei der Ofenheizung der Fall sein.

Etwas günstiger dürften die Annahmen gestellt werden bei Luftheizungen, wo die durch Einströmen der warmen Luft verdrängte kältere in eigenen Canälen gesammelt und wieder über den Heizofen in's Zimmer geführt wird (bei sogenannter Circulation). Doch wird auch hier durch den bedeutenden Luftwechsel das Innere der Gemächer sehr getrocknet werden, weil die durch die Abzugscanäle fortgehende, die Feuchtigkeit der Zimmerwände enthaltende Luft sich in diesen Canälen abkühlt und proportional dem Wärmeverluste wieder Wasser an die gemauerten hygroskopi-

schen Canäle abgiebt, so daß die Luft an dem Heizofen wieder kalt und wasserarm ankommt.

Die Klage über größere Trockenheit der Luftheizung im Vergleiche mit Ofenheizung ist ohne Zweifel gegründet. Der Grad der Trockenheit dieser geheizten Luft richtet sich natürlich nach einer großen Anzahl von Nebenumständen. Räume, welche selten geheizt werden, eignen sich sehr für Luftheizung; ebenso Räume, in welchen sehr viele Menschen, brennende Lichter oder andere ergiebige Quellen für Wasserdampf sich befinden, wie Theater, Opernhäuser ꝛc. Weniger geeignet wird die Luftheizung für gewöhnliche Wohnräume sein, die einen ganzen Winter unseres Clima's hindurch mit heißer Luft geheizt werden sollen. Dort wird sich zwar nicht gleich am Anfange des Winters, aber gewiß in der Mitte, wenn die Wände bereits mehr Wasser verloren haben, als ihnen durch Absorption aus der freien Atmosphäre wieder täglich ersetzt wird, die Klage über Trockenheit der Luft erheben.

Es bleiben nun noch die Mittel zu untersuchen, welche man gewöhnlich anwendet, um der zu großen Trockenheit der geheizten Zimmerluft zu begegnen. Das gewöhnlichste ist, eine Schüssel mit Wasser im Zimmer, am Besten in der Nähe des Luftheizungscanales, oder selbst in demselben aufzustellen, damit die Luft dieses Wasser trinke. Es hilft etwas, aber nur zu wenig. Man weiß, daß Flüssigkeiten proportional ihrer Oberfläche verdampfen. Nun denke man sich das zur Befeuchtung der Luft nöthige Wasser in einer Schüssel, die selbst einen Quadratfuß Oberfläche darbietet und auf der Oberfläche der Wände ausgebreitet. Bei Versuch VII nahm durch Heizung die Luft eines Hörsales ($46\frac{1}{2}$ Fuß lang, 30 F. breit und 15 F. hoch) 2 Pfd. Wasser binnen zwei Stunden auf. Denkt man sich diese Wassermenge auf nur drei stehenden Wänden ausgebreitet, so erhält man

eine Vertheilung auf 1845 Quadratf. Wenn 2 Pfd. Wasser aus einer Schüssel mit 1 Quadratfuß Oberfläche binnen 30 Stunden verdunsten, so verdunsten sie bei einer Ausbreitung auf 1800 Quadratfuß binnen einer Minute.

Hieraus geht hervor, daß man in Zukunft andere Wege einschlagen muß, um der Trockenheit der Luftheizung mit mehr Erfolg begegnen zu können. Man muß Apparate construiren, welche die Verbreitung des zu verdampfenden Wassers auf einer möglichst großen Oberfläche gestatten.

Fünftes Capitel.

Bemerkungen über die Anwendung des Leuchtgases als Heizmaterial.

Hr. Elsner, Gasbeleuchtungs-Ingenieur zu Berlin, hat schon seit 18 Jahren die Erfindung gemacht, das Leuchtgas oder die Kohlenwasserstoffgase, wie sie uns die Gasanstalten liefern, dadurch als Heizmaterial in den Haushaltungen und Gewerben anwendbar zu machen, daß man sie vor dem Anzünden sich mit atmosphärischer Luft im Ueberschuß vermischen läßt, wodurch eine, der vollkommenen Verbrennung (zu Kohlensäure und Wasser) fähige Gasmischung entsteht, welche ein gefahrloses, bequemes und reinliches Heizmaterial bilden, indem sie entzündet mit blauer, nicht mehr leuchtender und durchaus nicht rußender Flamme verbrennt, welche eine sehr intensive Hitze erzeugt. Erst neuerlich hat Hr. Elsner seine Erfindung in's Leben treten lassen und hat sie in Dingler's polytechnischem Journal, Bd. 126, S. 284 rc. beschrieben und auf Taf. V abgebildet.

Der Apparat zur Vermischung des Leuchtgases mit der atmosphärischen Luft besteht im Wesentlichen aus einem trichterförmigen Behälter von Thon, Eisen oder einem andern geeigneten Metall, welcher unten offen, oben aber mit einem Deckel verschlossen ist, der aus zwei übereinander befindlichen, $\frac{1}{16}$ Zoll weiten Löchern versehenen Platten besteht, zwischen denen ein feines Drahtgewebe, 40 bis 60 Maschen auf den Zoll haltend, eingenietet ist. In diesen Trichter, dessen Größe und Form je nach Bedarf gestaltet ist, mündet seitwärts oder von Unten das Gasausströmungsrohr ein, welches in der Wand desselben luftdicht befestigt ist, und, ringförmig gebogen in gewisser Entfernung von der Decke und den Wänden, den innern Raum einnimmt. Dieses Rohr hat an seinem äußern und innern Umfange von $\frac{3}{4}$ zu $\frac{3}{4}$ Zoll Löcher von $\frac{1}{36}$ bis $\frac{1}{36}$ Zoll Weite, welche, in einem Winkel von 45 bis 60 Grad gebohrt, ebensoviele feine Gasströme gegen die Seitenwände des Trichters spielen lassen, die sich mit der in dem Raume befindlichen atmosphärischen Luft vermischen und durch die aus feiner Drahtgaze bestehenden Decke vollständig zertheilt in die Höhe steigen, wo sie entzündet, mit bläulicher Flamme brennen und dann fortwährend soviel atmosphärische Luft nachsaugen, als zu der ununterbrochenen Zersetzung der neuen Gase erforderlich ist. — Der Deckel, über welchem die Flamme brennt, wird durch fortwährendes Nachströmen kalter Gase und kühler atmosphärischer Luft unter der Temperatur des Glühens erhalten, so daß die Flamme niemals bis zu den Gasausströmungs-Mündungen zurücktreten kann, wodurch der Proceß unausgesetzt derselbe bleibt, bis man durch theilweises und gänzliches Schließen des Sperrhahns die Flamme verkleinert und verlöscht.

Durch die Mitte des Trichters geht noch ein Rohr, welches, gasdicht mit dem Siebdeckel verbunden,

dazu dient, einen Luftstrom durch die Gasmischung bis unter den Boden des zu erhitzenden Gefäßes zu leiten, um der dünnen Flammenschicht soviel Sauerstoff als möglich zuzuführen und dadurch die Verbrennung der Gase auf das Vollständigste zu bewirken. Außerhalb des Trichters sind drei Füße befestigt, welche denselben auf eine gewisse Entfernung vom Tische oder der Platte, worauf er steht, halten, damit hinreichender Luftstrom von Unten Statt finde; sie sind oben so umgebogen, daß sie einen Topfträger bilden und so ist das Ganze ein einem Dreifuß ähnlicher Kochapparat, der mittelst eines Schlauchs von vulkanisirtem Kautschuck mit der Gasleitung verbunden, an jeden beliebigen Ort hingestellt und sogleich gebraucht werden kann, indem man ihn wie einen gewöhnlichen Gasbrenner anzündet und verlöscht.

Nach diesem Princip hat Hr. Elsner verschiedene Apparate zum Kochen, Backen, Braten, Heizen ꝛc. construirt, auch ganze Kochheerde, welche alle Bequemlichkeit für den ganzen Küchenbedarf bieten, womit die Speisen mit der größten Reinlichkeit, Bequemlichkeit und Schnelligkeit bereitet werden können. Man ist bei diesen Apparaten unabhängig von jedem Schornstein und heizt nur den Topf oder die Pfanne, worin man kochen oder braten will, wobei der Heerd stets kalt bleibt und der große Wärmeverlust, den man bei andern Kochmethoden erleidet, vermieden wird.

Ebenso hat der Erfinder kleine Apparate zum Erhitzen der Plätt- und Bügeleisen und zum Kaffeebrennen, zum Erwärmen der Leimtiegel und eine Lampe zum chemischen Gebrauch vorgerichtet. Bei den letztern zieht sich die ganze Feuerfläche des Brenners in das Zugrohr und concentrirt sich dort zu einem Flammenkegel, welcher eine so intensive Hitze entwickelt, daß in einem hineingestellten Tiegel Glas und Metalle in kurzer Zeit geschmolzen und hohe Hitz-

grade erreicht werden können. Das kreisförmige Gasausströmungsrohr enthält sehr fein gebohrte Löcher gegen die äußere Wand des Trichters, und die dünne Gasschicht, welche am Rande der Decke ausströmt, streicht über die durchlöcherte Fläche derselben zu dem in der Mitte befindlichen Zugrohre hin, wird also mit der atmosphärischen Luft auf das Genaueste vermischt. Dieser Apparat kann, in größerem Maßstabe ausgeführt, zum Glühen und Schmelzen von Metallen und Glas, zum Härten von Werkzeugen, Stahlplatten und dergleichen Arbeiten sehr zweckmäßig verwendet werden.

Um das Gas zur Zimmerheizung zu verwenden, wird die Flamme, wie bei dem vorhergehenden Apparat, über die Brennerfläche in den Schornstein gezogen, steigt durch denselben in die Höhe und läßt einen Strom bis zur Glühhitze erwärmter Luft durch sich hindurch ziehen und zwischen dem Zugrohre und dem Mantel in der Richtung nach Unten hinabstreichen, wo derselbe durch Abzuglöcher in der Nähe des Zimmerbodens entweicht. Der Mantel wird hierbei in sehr kurzer Zeit zur dunkeln Glühhitze gebracht und somit, einerseits durch die Erhitzung der circulirenden Zimmerluft und andererseits durch die strahlende Wärme, das Zimmer geheizt.

Abgesehen davon, daß diese Oefen transportabel und mittelst des Kautschukschlauches an jedem beliebigen Ort aufzustellen sind, wird auch der Schornstein entbehrlich, durch welchen bei den gewöhnlichen Zimmeröfen der größere Theil der vom Brennmaterial erzeugten Wärme unbenutzt abzieht; überdieß kann mit solchem Gasofen ein Zimmer sehr schnell geheizt und mittelst des Gashahns die Temperatur leicht regulirt werden.

Wo eine mäßige und lange andauernde Wärme erfordert wird, wendet man dieselbe Ofenconstruction

in der Art an, daß man Zugrohr und Mantel von kupfernen, hohlen, mit Wasser gefüllten Cylindern fertigt und auf die Weise eine Warmwasserheizung bildet. Zu demselben Zwecke kann man starke Thoncylinder anwenden, welche, mittelst Gas in kurzer Zeit erhitzt, ihre Wärme dann in Verlauf von 4 bis 6 Stunden an das Zimmer abgeben. Oder man kann auch den Ofenmantel doppelt machen und den Zwischenraum desselben mit Sand ausfüllen, wodurch ebenfalls ein die Wärme zurückhaltender Körper hergestellt wird.

Um 1000 Cubikfuß Luft um 10° R. zu erwärmen, muß man durchschnittlich 5 Cubikfuß Leuchtgas in einer halben Stunde verbrennen, wornach sich die Größe der Feuerfläche, die Röhrenweite und der Gasverbrauch im Verhältnisse zur Größe des zu erwärmenden Raumes berechnen lassen; $\frac{1}{5}$ dieses Gasquantums ist per Stunde hinreichend, um die erzeugte Temperatur zu unterhalten.

Die Anwendung der brennbaren Gase gewährt im Vergleiche zu den gewöhnlichen Heizmethoden insbesondere den Vortheil, daß man die gewünschte Temperatur ohne Vergleich mehr in seiner Gewalt hat, denn brennbare Gase von derselben Zusammensetzung, in gleicher Menge angewandt, bringen stets die gleiche Wirkung hervor. So braucht man, z. B., jederzeit 1 Cubikfuß Leuchtgas von 0,650 spec. Gewicht, um 1 Berliner Quart Wasser von 10° auf 80° zu erwärmen, welche Form das Gefäß, in welchem das Wasser gekocht werden soll, auch haben mag, indem dieselbe nur auf die Zeit, innerhalb welcher es zum Sieden gebracht wird, Einfluß haben kann.

Auch der Engländer E d w a r d s hat V o r s c h l ä g e z u r H e i z u n g d e r W o h n u n g e n m i t t e l s t S t e i n k o h l e n g a s gemacht. Wir theilen daraus Folgendes mit:

Der Genannte hat sich bemüht, die Flamme behufs ihrer Anwendung als Heizmaterial bleibend in festen (starren) Zustand zu versetzen. Bekanntlich ist die Flamme ein hohler Kegel, dessen Aeußeres durch verschwindende Kohlentheilchen gebildet wird, welche nach der Verbrennung des Wasserstoffs für einen Augenblick in fester Gestalt niedergeschlagen und zum Weißglühen erhitzt wurden, daher vermittelst dieses vorübergehenden festen Zustandes Licht ausgeben können. Dieß geschieht in dem Augenblicke vor der Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoffe der Luft und seiner Verwandlung in Kohlensäure, welche ein unsichtbares Häutchen um die Flamme bildet. Die Hitze, auf welche diese kohlenstoffhaltige Hülle gesteigert wird, ist sehr hoch; sobald sie aber erzeugt ist, wird sie durch die Strömungen der umgebenden Atmosphäre weggeführt. Die Möglichkeit, diese Hitze auf und zurückzuhalten, war das Problem, welches sich Hr. Edwards zu lösen vornahm.

Hierzu lieferte ihm Davy's Sicherheitslampe den Schlüssel. Diese Lampe ist eine Kammer, welche zur Zeit ihrer Dienstleistung mit Flamme gefüllt ist. Ihre Wände sind mit zahlreichen kleinen Löchern versehen, durch welche Luft und Gas frei hindurchtreten, die aber für die Flamme undurchdringlich sind. Dem brennenden Gase wird auf seinem Wege durch diese Oeffnungen seine Hitze entzogen und das dieselbe aufnehmende Drahtgewebe wird rothglühend. Die Sicherheitslampe erfüllt also vollkommen den Zweck, der Flamme ihre Wärme zu entziehen und dieselbe zu beseitigen. Es fragte sich nun, ob ein anderer Zweck — nämlich rauchloses Feuer zu erzeugen — dadurch zu erreichen ist, daß man diese Hitze zurückhält und anhäuft.

Das Steinkohlengas ist der vollkommenen Verbrennung fähig, wovon uns die Flamme den Beweis

liefert; aber die Flamme ist vorübergehend und ihre hohe Temperatur nur eine augenblickliche. Davy's Lampe zeigt uns jedoch, daß man ihr diese Hitze entziehen und selbe ansammeln kann. Das Material dieser Lampe (Eisendrahtgewebe) war aber wegen seiner raschen Oxydation für besagten Zweck nicht anwendbar: es mußte also eine Substanz gewählt werden, welche durch große Hitze keine Veränderung erleidet und dennoch die Eigenschaft besitzt, die Hitze zurückzuhalten; eine solche ist die bekannte Cölnische Pfeifenerde.

Aus solchem Pfeifenthone formte Hr. Edwards (als Nachahmung von Davy's Drahtgewebe) einen kleinen Cylinder mit Löchern von nur dem 50sten Theil eines Zolles im Durchmesser. In diesen Cylinder wurde Gas geleitet, welches sich darin von selbst mit atmosphärischer Luft vermischte und so eine künstliche Atmosphäre von schlagenden Wettern bildete. Als diese Mischung auf der Außenseite des Cylinders angezündet wurde, entwich sie mit zahlreichen Explosionen; der Thon war mit einer Schicht blaßblauer Flamme umhüllt, wurde bald rothglühend und repräsentirte eine starre, rothe Flamme.

Solche kleine Thoncylinder verfertigte Edwards zu häuslichen Zwecken von 2—4 Zoll Länge mit zahlreichen Löchern von der angegebenen Weite und mit einer kreisförmigen Oeffnung an einem Ende, welche genau auf den in England gebräuchlichen Gasbrenner Nr. 4 paßt. Ein solcher Thoncylinder ist gerade das Umgekehrte von Davy's Lampe; die explosive Mischung ist innerhalb anstatt außerhalb; die Flamme auf der Außenseite wird durch die engen Oeffnungen verhindert, durchzuschlagen und den Inhalt der Kammer zu entzünden. Da die explosive Mischung höchst zertheilt ist, so wird sie an der äußeren Oeffnung jedes Lochs in sehr kleinen Portionen mit schwachem

Geräusche verbrannt und dabei große Hitze entwickelt, welche, anstatt zu entweichen, sich anhäuft.

Wenn man einen solchen Thoncylinder auf einen derartigen Brenner steckt, so wird er im Verlauf einer Minute zur dunklen Rothglühhitze gesteigert; bringt man eine Anzahl Thoncylinder auf ihren Brennern nebeneinander an und schließt sie in ein Gehäuse von feuerbeständigem Thon ein, so werden sie zur Orangegluth erhitzt und das Gehäuse selbst wird hellrothglühend.

Am Besten verfertigt man die Thoncylinder aus einem Drittel Porcellanthon und zwei Dritteln Pfeifenthon, oder aus einer Mischung von zwei Dritteln frischem Pfeifenthon mit einem Drittel schon gebranntem Pfeifenthon.

Edwards' starres, sichtbares Feuer gewährt im Vergleiche mit der gewöhnlichen Heizung mittelst Steinkohlen oder Holz folgende Vortheile: 1) die Verbrennung ist eine vollständige, so daß sich kein Rauch bildet; 2) man hat eine vollkommene Controle über das verzehrte Brennmaterial und die erzeugte Hitze, kann dieselbe auch beliebig concentriren und vertheilen.

Jeder Thoncylinder verzehrt stündlich fünf Sechstel eines Cubikfußes gewöhnlichen Steinkohlengases, und eine Batterie von acht Cylindern ist hinreichend zum Heizen eines Zimmers von beiläufig 4000 Cubikfuß Inhalt, dessen Thüren und Fenster gut schließen. Die zahlreichen Löcher in jedem Cylinder (es sind durchschnittlich 90) sichern einen genügenden Zutritt von Luft und die vollkommene Verbrennung des Gases. Jedes Volum Kohlenwasserstoffgas erfordert zu seiner Sättigung $2\frac{1}{2}$ Volum Sauerstoffgas, und da der Sauerstoff ein Fünftel des Raumes der Atmosphäre beträgt, so erfordert eine vollkommene Ver-

brennung 12½ Mal so viel Luft als Gas. Diejenige Luft, welche außerdem noch in die Cylinder gelangt, kann nur abkühlend wirken und die Anhäufung der Hitze zu einer hohen Intensität verhindern.

Zum Heizen seines Gesellschaftszimmers benutzte Hr. Edwards eine Batterie von 12 Thoncylindern, welche in ein Steingutgehäuse eingeschlossen ist, das sich auf 400 bis 500° F. (163 bis 208° R.) erhitzt. Dasselbe wird wieder in ein äußeres Gehäuse von Porcellan oder terra cotta, Steingut rc., eingeschlossen. Die Verbrennungsproducte werden durch eine enge Röhre abgeführt, welche in den Schornstein tritt. Die frische Luft wird außerhalb des Hauses genommen und gelangt durch ein weites Rohr (von 6 Zoll Durchmesser) in den Apparat; dieses Rohr communicirt nämlich mittelst einer Klappe von Eisenblech mit dem Raume zwischen den zwei Gehäusen; in diesen Raum strömt die Luft in großer Menge, erwärmt sich während ihrer Berührung mit dem inneren Gehäuse und tritt durch weite Oeffnungen in der Decke des Gehäuses mit einer Temperatur von 120° F. (39° R.) in das Zimmer aus, worin sie sich gleichmäßig verbreitet. (Die Luft des Zimmers ist ganz frei von Trockenheit und brenzlichem Geruche.) Zu gleicher Zeit tritt Luft aus dem Zimmer in die offene Mündung des Heizapparates (welche weit genug ist, um das Feuer ringsherum sehen zu können) und zieht dann, ohne wieder in das Zimmer zu gelangen, mit den Verbrennungsproducten in den Schornstein ab. Das innere Gehäuse bildet eine undurchdringliche Abtheilung und sichert die vollkommene Trennung der frischen Luft von der weggeführten. Auf diese Art wird eine vollkommene Circulation reiner Luft unterhalten. Einige Ausstrahlung findet Statt von der Mündung des Feuers und von den Seiten des äußeren Gehäuses.

Das neue Feuer — wozu Hr. Edwards den Apparat Atmopyre nennt — ist auch zu allen Küchenoperationen anwendbar.

Anhang.

Verfahren, um Wasserstoffgas zu technischen Zwecken, behufs Heizung und Erleuchtung, auf wohlfeile Art, zu erzeugen.

Professor Schubarth in Berlin sagt darüber, nach einer Abhandlung von Jacquelain, in den „Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen", 1852, S. 104 2c. Nachstehendes:

Das Wasserstoffgas kann bekanntlich auf verschiedene Weise aus Wasser dargestellt werden. Man leitet einen electrischen Strom durch Wasser, wobei sich das Wasserstoffgas am negativen Pole abscheidet, oder man zerlegt dasselbe mittelst Eisen oder Zink und Schwefelsäure, oder endlich man treibt Wasserdämpfe durch glühende, mit Kohlen oder Eisen gefüllte Röhren, in welch letzterm Falle sich neben dem Wasserstoffgase noch Kohlenoxyd- und mehr oder weniger kohlensaures Gas erzeugen.

Donovan in Dublin erfand eine Beleuchtungsart mittelst Wasserstoffgas, auf diese Weise aus Wasser und Kohle in senkrechten eisernen Retorten erzeugt, welches Selligue vor 15 Jahren in Frankreich einführte. Auf die in der ersten Röhre enthaltenen Holzkohlen fließt ein dünner Wasserstrahl stetig herab; die hierdurch erzeugten Gase strömen aus der ersten in die zweite Retorte, die weit stärker beheizt ist. Aus letzterer gelangt das Gemisch von Wasserstoff-

und Kohlenoxydgas in eine dritte mit Ketten erfüllte Röhre, auf welche ein dünner Strahl Schieferöl fließt. Das mit den Dämpfen einer Kohlenwasserstoff-Verbindung gesättigte Gasgemisch wird sodann durch einen Kühlapparat geleitet, in welchen dasselbe den überschüssigen Kohlenwasserstoff (Schieferöl) absetzt; hierauf gelangt es in den Gasometer.

Bekanntlich brennt Wasserstoffgas mit einer wenig leuchtenden Flamme, so daß man dieselbe bei hellem Tageslichte kaum bemerkt; dieselbe entwickelt aber eine außerordentliche Wärme, weßhalb ein Platindraht in der Flamme des brennenden Wasserstoffgases hell weißglühend wird und ein überaus kräftiges Licht erzeugt. Das Product der Verbrennung ist Wasserdampf, ein völlig unschädlicher Körper, während, wenn Kohlenwasserstoffgase brennen, neben dem Wasser auch kohlensaures Gas sich bildet. Entweicht auf irgend eine Weise Wasserstoffgas, so ist es nicht so gefährlich, als die Kohlenwasserstoff-Verbindungen.

Es ist bekannt, daß Holzkohle, selbst Coaks, den Wasserdampf zerlegen, wenn dieselben zur Kirschrothglühhitze gebracht worden sind. Nach von Jacquelain angestellten Versuchen entbinden gewisse Anthracitkohlen, ohne Dazwischenkunft von Wasserdampf, in der Rothglühhitze Wasserstoffgas, das Kilogramm 340 Liter des letzteren, während belgische Steinkohlen von Commentry bei Mons 230—250 Liter des gewöhnlichen Beleuchtungsgases (von bekannter Mengung) liefern. Thran giebt 830 Liter, endlich 1 Kilogramm Wasser nebst 1 Liter leichten Schieferöls 2100 Liter zur Beleuchtung anwendbares Gas.

Durch Verbrennen des Wasserstoffgases wird eine Hitze erzeugt, deren Intensität größer ist, als die auf irgend eine andere Art hervorgebrachte Wärme. Hierauf beruht die Anwendung der Knallluft (eines Gemenges von 2 Volumen Wasser- und 1 Volumen

Sauerstoffgas), um die streng schmelzbaren Körper zu schmelzen (Newman's Knallgasgebläse).

Handelt es sich nun um die Darstellung des Wasserstoffgases im Großen, um es entweder zu Beleuchtungszwecken oder als Brennmaterial anzuwenden, so kommt es darauf an, die Erzeugungskosten so niedrig, als irgend möglich, zu stellen, damit es mit dem Kohlenstoffe concurriren könne.

Unter allen Brennmaterialien entwickelt das Wasserstoffgas bei'm Verbrennen die größte Wärmemenge, nämlich, nach Dulong, 34,742 Einheiten, während Sumpfluft nur 14,063, ölbildendes Gas 9,720, reiner Kohlenstoff 7,170 und Kohlenoxydgas 2,487 entwickeln. Hieraus folgt, wenn man nach Maßgabe der chemischen Beschaffenheit des aus Steinkohlen erhaltenen Beleuchtungsgases und der Qualität der Steinkohlen eine Rechnung aufstellt, daß, um gleiche Hitze zu erzeugen, als 100 Kilogr. Wasserstoffgas geben, verbrannt werden müssen: 247 Kilogrammen Sumpfluft, 357 Kilogr. ölbildendes Gas, 359 Beleuchtungsgas in der ersten Stunde gewonnen, 463 Kilogr. Steinkohlen mittler Art und 1400 Kilogr. Kohlenoxydgas. Hieraus folgt, daß der Preis eines Cubikmeters jener Gase, bei 0° und 28 Z. Barometerhöhe, damit die resp. Gewichtsmengen gleich hoch in der Erzeugungsanstalt zu stehen kommen, als 463 Kilogr. Steinkohlen mittler Qualität (1000 Kilogr. in runder Summe zu 15 Francs angenommen), betragen darf für:

Name der Gase.	Kostenpreis eines Cubikmeters, Franc.
Wasserstoffgas	0,13
Sumpfluft	0,44
Oelbildendes Gas	0,53
Beleuchtungsgas, erste Stunde	0,50
Beleuchtungsgas, fünfte Stunde	0,20.

Berechnet man nun die Kosten der Darstellung des Wasserstoffgases, wenn Eisen und Schwefelsäure von 53° B. angewendet werden, so kostet der Cubikmeter 0,91 Franc, d. i. sieben Mal mehr, als wenn Kohlen und Wasserdampf angewendet werden.

Um 100 Kilogr. Wasserstoffgas zu gewinnen, sind

5634 Kilogr. Säure zu 53° nöthig (100 Kilogr. 13 Frcs.) macht .	732 Frcs.
2800 Kilogr. Eisen (100 Kilogr. 10 Frcs.) macht	280 „
	1012 Frcs.
Hiervon gehen ab für 12000 Kilogr. Eisenvitriol (100 Kilogr. 7 Frcs.)	910 *) „
Also kosten 100 Kilogr. Wasserstoffgas (1120 Cubikmeter)	102 Frcs.

Alle Berechnungen, welche aufgestellt worden sind, um den Kostenpreis der verschiedenen gasförmigen Brennmaterialien auf den der Steinkohle zurückzuführen, sind auf die Hypthese begründet, daß die Heizkraft eines Brennmaterials, wenn man nur einen gehörigen Ueberschuß anwendet, auf die des Wasserstoffgases gebracht werden könne. Allein diese Hypothese ist in der Praxis nicht zulässig, weil bei vollständiger Verbrennung die erzeugte Wärme bei jedem Brennmaterial für dieselbe Menge desselben gleich bleibt, mag das Verbrennen in der Luft bei größerem oder geringerem Luftdrucke als 28 Z. Quecksilber, oder

---

*) Nach dem hier angenommenen Werthe des Eisenvitriols würden 12000 Kilogr. desselben nur zu 840 Frcs. zu veranschlagen sein.

im Sauerstoffgase Statt finden. Man kann Jahre lang Holzkohlen auf den zweckmäßigst eingerichteten Heerden brennen lassen, ohne je die Temperatur zu erlangen, welche zum Schmelzen von Eisen oder Platin nöthig ist. Es würde unter gewissen Umständen höchst vortheilhaft sein, sehr hohe Hitzegrade durch's Verbrennen von Wasserstoffgas zu erlangen, selbst wenn letzteres fünf Mal theurer zu stehen käme, als vorstehend berechnet worden ist. Unbedingt würde aber das Gas vor allen anderen Brennmaterialien den Vorzug haben, wenn es im Großen zu 0,15 Francs der Cubikmeter dargestellt werden könnte.

Hinsichtlich der Beleuchtung gewähren zwar die gewöhnlich angewendeten Leuchtmaterialien, Talg, Talgsäure, Wachs, Walrath, Oele u. a. m., den Vortheil, innerhalb eines kleinen Raumes eine bedeutende Menge von Licht spendendem Material zu enthalten, sie führen aber nicht unbedeutende Uebelstände mit sich. Hierher gehört, z. B., das Laufen der Lichte, welches Verluste mit sich führt; das Reinigen und Füllen der Lampen ist unangenehm, zeitraubend und nicht ohne Substanzverlust zu bewirken; der durch's unvollkommene Verbrennen der Leuchtmaterialien entstehende Rauch oder Dunst ist unangenehm und führt unverbrannte Theilchen davon, welche der Erzeugung von Licht entzogen worden. Vergleichen wir hiermit das Verhalten der Gase, so ergiebt sich deren unbestreitbarer Vorzug für die Zwecke der Beleuchtung und Heizung. Der Ort, wo die Gase erzeugt werden, kann in bedeutender Entfernung von dem Verbrauchsorte liegen; dieselben können von dort aus in alle Richtungen nach jedem beliebigen Puncte hingeleitet werden, ohne daß die vorstehend gerügten Mängel eintreten. Endlich muß auch noch als ein großer Vorzug anerkannt werden, daß durch eine geringe Bewegung eines Hahnes sowohl die Quelle des Lichtes als

der Wärme nach Willkür zum Versiegen gebracht werden kann.

Trügt nicht Alles, so ist die Behauptung, daß die Darstellung des Wasserstoffgases im Großen dereinst eine ebenso wichtige Rolle spielen wird, wie die Gasbereitung aus Steinkohlen oder nach Selligue's Weise, wohl gerechtfertigt. Könnte man dasselbe eben so wohlfeil darstellen, als die letzteren, so würde es unbedingt schon deßhalb den Vorzug verdienen, weil es nicht, wie diese, Kohlenoxydgas enthält, welches, selbst in sehr kleinen Mengen der Luft beigemischt, eine gefährliche Einwirkung auf die Gesundheit äußert. Bei dem Gebrauche von Wasserstoffgas würden die großen Reinigungsapparate entbehrlich, welche man jetzt bei'm Kohlengas gebraucht; es würde, da bei'm Verbrennen nur Wasserdampf entsteht, weder Kohlensäure noch Essigsäure, noch unangenehm riechende und schädliche Gase, noch Staub und Rauch erzeugt.

Durch die Anwendung jenes Gases würde der Gesundheitszustand gewinnen, die Reinlichkeit in den Wohnungen befördert, Zeit und Brennmaterial sowohl bei den Feuerungen in Küchen, als auch bei Gewerbsanlagen gespart; die Wäsche würde länger halten, die Gemälde conservirt werden; desgleichen würden alle Verzierungen und Schmucksachen aus edeln Metallen und Bronze, die Waaren aus zarten Stoffen gefertigt in den Läden der Putzhändler nicht so leicht leiden, wie jetzt der Fall ist. Endlich würde die Straßenbeleuchtung an Helligkeit gewinnen.

Um nun den niedrigsten Preis zu ermitteln, für welchen das Wasserstoffgas aus Wasser mittelst Holzkohlen gewonnen werden kann, wurden von Jacquelain (Bullet. de la soc. d'enc., 1852, Juillet, p. 474) Versuche angestellt, deren Resultate im Nachstehenden zusammengestellt sind.

Erster Versuch.

	Cubikmeter Gas
Während 4 Stunden wurden bei 765 Millim. und 30° C. gewonnen	64,267
„ 2 „ zu Anfang	34,291
„ 2 „ zu Ende	29,976
Gasvolumen auf 11° (die mittlere Wärme in Paris) gebracht und nach Abzug des Wasserdampfes	58,148
Gasvolumen bei 0° desgl. desgl.	55,843

Zur Erzeugung dieser Gasmenge waren in 1 Stunde erforderlich:

Holzkohlen für zwei Retorten .	4,170	Kilogr.
Steinkohlen zur Heizung derselben	11,300	„
Kalk	40,075	„

Das gesammelte Gas bestand in 100 Raumtheilen aus:

Wasserdampf . . .	2,0
Kohlensäure . . .	2,0
Atmosphärische Luft .	5,0
Kohlenoxyd	16,2
Wasserstoff	74,8
sind	100,0.

Als ⅔ der Gasmenge bereits erzeugt waren, trat ein bedeutender Verlust an Wasserdampf ein, wodurch die Menge des Wasserstoffgases zu gering und die des Kohlenoxydgases etwas zu groß in 100 Raumtheilen des Gemenges ausgefallen ist.

Zweiter Versuch.

	Cubikmeter Gas
Während 2 Stunden wurden bei 760 Millim. und 31° C. gewonnen	23,699
Gasvolumen auf 11° C. reducirt, nach Abzug des Wasserdampfes	21,282
Gasvolumen bei 0° desgl. desgl.	20,032

Zur Erzeugung der Gasmenge wurden in der Stunde verbraucht:

Holzkohlen für zwei Retorten	4,925	Kilogr.
Steinkohlen zur Heizung . .	7,175	"
Gelöschter Kalk im Ueberschuß	101,100	"

Das gesammelte Gas bestand in 100 Raumtheilen aus:

Wasserdampf . . .	2,0
Kohlensäure . . .	2,0
Atmosphärischer Luft	5,0
Kohlenoxyd . . .	14,7
Wasserstoff	76,3
sind	100,0.

Bei diesem Versuche hatte der Retortenofen den nöthigen Hitzgrad nicht erlangt, woraus sich die geringere Gasproduction, sowie der geringere Verbrauch an Brennmaterial erklären.

Sechstes Capitel.

Uebersicht der jetzt in verschiedenen Ländern üblichen Heiz- und Kochapparate.

Wir können eine solche ebenso zweckmäßige als interessante Uebersicht nicht besser geben, als durch nachstehenden Auszug aus dem „Amtlichen Bericht über die Industrie-Ausstellung aller Völker zu London, im Jahre 1851" (Berlin 1852 und 1853).

Einleitung.

Die Fabrication der gußeisernen Oefen und Camine, welche in Deutschland fast ausschließlich nur auf den Eisenhütten betrieben wird, ist namentlich in England, Frankreich und Belgien zum abgesonderten Industriezweige geworden, indem in diesen Ländern, insbesondere in den Caminen, ein ausgezeichneter Luxus entwickelt wird, der nun auch auf die Zimmeröfen übergeht, welche doch, wie es scheint, mehr und mehr an die Stelle der Camine treten. Wenn nun auch

in Deutschland die Ofenfabrication auf einem viel bescheidenern Fuße betrieben wird, so bleibt die Einrichtung guter Zimmerheizungen doch immer von besonderer Wichtigkeit und es wird deßhalb nicht unangemessen erfunden werden, wenn wir derselben eine etwas ausführlichere Besprechung widmen.

Je kälter das Clima, destomehr Sorgfalt wird im Allgemeinen auf die Construction der Heizapparate verwendet, auf welche übrigens der Preis und die Eigenschaft des zu verwendenden Brennstoffs ebenfalls von bedingendem Einflusse sind. In den wärmern Ländern, wo nur selten einzelne Tage vorkommen, an welchen es eine Nachhülfe in der Zimmerwärme bedarf, wird hauptsächlich nur das Kohlenbecken angewendet. Die luftige Bauart der Häuser giebt, ohne besondere Schornsteineinrichtung, den erforderlichen Luftzug für die Abführung der Kohlendämpfe, und der Repräsentant des unangenehmen Winters hat kein Hausrecht, sondern wird entfernt, sobald er entbehrt werden kann. Wo eine längere, aber nur geringe, Winterkälte eintritt, ist meistens der Camin in Anwendung. Die leichte Nachhülfe in der Zimmerwärme wird am Bequemsten durch ein offenes Feuer erreicht, welches der Zimmerbewohner nach seinem Bedürfnisse selbst unterhält. Die schon besser verschlossenen Zimmer werden dabei durch den Zug des Schornsteins in einer, freilich für schwache Lungen derade nicht geeigneten, Weise ventilirt und während durch die Benutzung der strahlenden Wärme die Wirkung des Brennmaterials größer ist, als wenn man auf den ersten Anblick glauben möchte, wenn der Zug des Camins auf sein nöthiges Minimum regulirt werden kann, hat darin das offene Feuer noch seine besondern Vortheile, daß es der ärmern Familie zugleich als Kochheerd, dem Wohlhabenden aber zur Unterhaltung dient. Wo auf längere Zeit strenge Kälte eintritt, ist die Caminheizung nicht

mehr hinreichend. Der scharfe Zug, der dann in den Schornsteinen Statt findet, zieht fortwährend und in großer Menge die kalte äußere Luft in's Zimmer und verursacht einen unangenehmen und ungesunden Temperaturunterschied zwischen den Räumen nächst den Fenstern und Thüren und den in der Nähe des Ofens gelegenen Theilen des Zimmers. Man weis't deßhalb in den Ländern mit strengerem Winter dem Feuer einen eingeschlossenen Raum an, d. h., man bedient sich des Zimmerofens und verbindet denselben in solcher Weise mit dem ebenfalls geschlossenen Schornsteine, daß in diesen nur die Gase treten können, welche das Feuer passirt haben. Der Luftabzug durch den Schornstein wird nun auf die geringe Luftmenge beschränkt, welche zur Verbrennung nothwendig ist und kann daher mit weit geringerem Verluste an Wärme durch das Zimmer strömen, um diesem eine mäßige Lufterneuerung zu geben. In diesem Falle kann die Heizung, wie bei'm Camine, noch im Zimmer selbst geschehen.

Wo aber sehr hohe Kältegrade eintreten, wird auch dieser Luftzug, durch welchen dann eine unangenehme Kälte am Boden entsteht, vermieden und die Luftzuführung, wie die Heizung von Außen, eingerichtet, was zugleich die große Bequemlichkeit darbietet, daß auch verschlossene Zimmer durch das Dienstpersonal warm erhalten werden können. Indem zu diesem Zwecke aber die Schornsteine von den Umfassungsmauern der Gebäude hinweg in deren Mitte gerückt werden müssen, erschweren und vertheuern diese Heizungen allerdings den Häuserbau bedeutend. Die vollständigste Abführung des Rauchs und der Verbrennungsgase ist eine unerläßliche Bedingung für jeden ordentlichen Heizapparat.

Man ging auch noch weiter in der Ofenconstruction. Theils um die vielen Camine zu ersparen

und den Raum, welchen die Ofen wegnahmen, zu andern Zwecken zu gewinnen, theils in der Hoffnung, dadurch an Brennstoff und Bedienung zu ersparen, hat man versucht, mit einem gemeinschaftlichen Ofen mehre Zimmer zu heizen, wodurch die sogenannte Luftheizung entstand. Man führte doppelte Canäle von den Zimmern nach dem gewöhnlich im Keller befindlichen, mit einem stark heizenden Ofen versehenen gut verschlossenen Heizraume; durch die in einer gewissen Höhe in die Zimmer mündenden Canäle strömt die warme Luft in dieselben ein und durch die tiefer mündenden sank sie, durch die Abkühlung schwerer geworden, wieder herab in die Heizkammer. Da man bei dieser Einrichtung große Schwierigkeiten fand, die Wärme nach Bedarf zu vertheilen, die fortwährende Bewegung der Luft unausgesetzt den Staub von den Zimmerböden auf die Möbeln und in die Lungen der Bewohner brachte und eine unangenehme Verbindung des Schalls und der Gerüche herstellte und die wirthschaftlichen Ergebnisse nicht sehr günstig waren, so hat diese Heizung wenig Verbreitung gefunden. Besser ging es schon mit der Dampfheizung, bei welcher der von einem anderweitigen Gebrauche abfallende oder auch besonders zu diesem Zwecke dargestellte Dampf mittelst Röhrenleitungen in die zu heizende Räume geführt wird. Die besten Ergebnisse aber lieferte die sogenannte Wasserheizung, bei welcher in solchen Röhren warmes Wasser umläuft.

Diese sämmtlichen künstlichen Heizungen sind jedoch theuer und vermögen den Ofen nur aus Gebäuden zu verdrängen, in welchen die Rücksicht auf Kosten der Herstellung und Unterhaltung von andern Aufforderungen in den Hintergrund gedrängt wird. Der Zimmerofen bleibt deßhalb immer ein höchst wichtiges Geräthe und sein endlicher Sieg über alle

andere Heizeinrichtungen scheint durch eine sehr einfache neue Erfindung gesichert, welche unseres Wissens den Engländern gebührt, nämlich die Erfindung des Gasofens.

Die besten Heizungen hatten in den Häusern der Vornehmern die Römer. Sie hatten Züge in den verschiedensten Richtungen unter den Zimmerböden und führten durch diese die Rauchgase. Etwas Aehnliches haben heute noch die Chinesen, welche auch die Wandung noch zu Hülfe nehmen und so den Schornstein bilden, den die Römer nicht hatten. Diese Heizungen sind aber nur in den Parterreräumen anwendbar.

Haben wir nun die verschiedenen an die Heizungen gemachten Ansprüche erwähnt, so müssen wir auch auseinandersetzen, wie denselben entsprochen werden kann.

Es ist bekannt, daß die Verbrennung ein chemischer Proceß ist, bei welchem sich das Brennmaterial mit dem Sauerstoffe, der etwa $\frac{1}{5}$ der atmosphärischen Luft beträgt, zu verschiedenen gasförmigen Verbindungen vereinigt, daß dieser Proceß aber nur unter hoher Temperatur erfolgt und durch eine plötzliche Abkühlung des Materials sogleich unterbrochen wird. Wir können also ein Feuer nur anzünden, indem wir auf irgend eine Weise — gewöhnlich ist es die Reibung — erst soviel Wärme erzeugen, daß der Verbrennungsproceß beginnen kann, und es wird nur fortbrennen, wenn es immer mindestens soviel Wärme erzeugt, als nothwendig ist, um das zunächst liegende Brennmaterial und die zu denselben zutretende Luft gehörig vorzuwärmen. Enthält das Brennmaterial Bestandtheile, welche vor der Verbrennung erst in Gasform übergehen müssen, so ist natürlich um so mehr an Vorbereitungswärme und eine um so intensivere Einwirkung derselben nothwendig, wenn nicht ein großer Theil der flüchtigen Stoffe unverbrannt fortgehen soll, und ist endlich das Mate-

rial ein sehr dichtes, welches dem Zutritte des Sauerstoffes wenig Oberfläche darbietet, so ist es ebenfalls nothwendig, daß dieser schon erhitzt durch die strahlende Wärme, die der bereits in Verbrennung befindliche Theil aussendet, mit ihm in Berührung komme, um eine lebendige Verbrennung herstellen zu können.

Je dichter ein Brennmaterial ist und jemehr es flüchtige Bestandtheile gebunden hat, destomehr ist es deßhalb nothwendig, den Feuerraum mit einer wärmehaltenden Hülle zu umgeben und ihn so zu construiren, daß das Brennmaterial, in einer gewissen Höhe aufgeschichtet, zur Verbrennung kommt und die atmosphärische Luft mit diesem nur vorgewärmt in Berührung kommen kann. Jemehr man aber den Luftzutritt auf eine kleinere Fläche oder Oeffnung beschränkt, desto nothwendiger wird auch ein starker Zug, damit durch den engen Raum dennoch die erforderliche Luftmenge zutrete.

Neben der möglichst vortheilhaften Verbrennung muß der Heizapparat geeignet sein, die erzeugte Wärme, soviel als thunlich, in den zu heizenden Raum abzusetzen. Dieß führt bei den Oefen zu den Circulations-Vorrichtungen und bei diesen wiederum zu Vorkehrungen, um den bei der Abkühlung des Rauches sich angesetzten Ruß zu entfernen oder zu zerstören.

Ob und wie weit diesen verschiedenen Anforderungen entsprochen worden ist, werden wir bei der speciellen Erwähnung der einzelnen Ausstellungen in's Auge zu fassen haben. Dasselbe haben wir zu thun in Beziehung auf die Kochapparate, bei welchen so ziemlich die gleichen Momente wie bei den Heizungen in Anwendung kommen.

Auch bei ihnen handelt es sich darum, eine soviel als möglich vollkommene Verbrennung herzustellen, wobei aber die erzeugte Wärme nicht dem Raume, in welchen sie aufgestellt sind, sondern beschränkteren

Räumen, in welchen die zubereiteten Speisen sich befinden, zunächst zugeführt werden soll. Hierbei ist die in verschiedenen Ländern verschieden beliebte Art der Speisenbereitung von wesentlichem Einflusse. In England und Frankreich hält man nur das am Rost gebratene Fleisch für schmackhaft, während die Deutschen diese Ansicht als ein Vorurtheil verwerfen, um das Braten in geschlossenen Räumen vorzuziehen, das allerdings ein mehr gleichförmiges Garwerden des Fleisches herbeiführt.

Großbritannien und dessen Colonien.

Unter den englischen Heizapparaten traten sowohl durch ihre große Anzahl, als durch die in der Ausführung entwickelte Geschicklichkeit und Eleganz die Camine hauptsächlich hervor. Nicht weniger als 40 Etablissements hatten Feuercamine ausgestellt und der dabei entwickelte Luxus ging soweit, daß ein Camin mit kostbarer Marmoreinfassung, als im Werthe von 1000 Guineen stehend, bezeichnet wurde.

Die Ausschmückung der englischen Camine besteht theils in der Politur der nothwendigen Theile der Feuerstellen, theils in der Umgebung derselben mit polirten Flächen von Stahl, Bronze oder Kupfer, in der Aufsetzung gegossener Ornamente aus diesen Metallen und in der Anwendung von Porcellan, natürlichem oder nachgeahmtem Marmor mit oder ohne Sculpturarbeiten von Vergoldung, Lackirung u. dgl. m. Den Haupteindruck in den englischen Caminen gab fast durchaus die Politur, indem an den Luxuscaminen statt des Eisens sehr häufig der Stahl angewendet und die blank gehaltenen Flächen mit Stahlblechen fournirt sind, deren Politur allerdings bis zu einer Höhe getrieben war, welche nichts mehr zu wünschen übrig ließ. Dabei traten auch in den gegossenen Ver-

zierungen der Camine eine größere Anzahl origineller gut gelungener Darstellungen englischer Künstler auf, was umsomehr überraschen mußte, als in den eigentlichen Feingußartikeln, wenn auch nicht die Originalität, doch der gute Geschmack bei denselben so selten zu treffen war. Die Sheffielder Ofenfabricanten haben in den letzten Jahren auf die künstlerische Ausbildung ihrer Modelleure besondere Aufmerksamkeit verwendet, was früher nicht der Fall war, durch die Concurrenz der Franzosen aber nothwendig wurde.

Die an den Caminen angebrachten Verbesserungen bestanden theils in Vorrichtungen, um die unscheinbaren Theile, wie Aschenfall und Rauchfang, soviel als es, unbeschadet der Wirksamkeit des Caminfeuers, geschehen kann, durch bewegliche Schilder oder Vorsetzer zu verdecken, theils in der Verbindung von Luftheizungs-Canälen mit dem Feuerheerde und dem Rauchfang, um die Wärme besser zusammenzuhalten. Im Allgemeinen ist man vollkommen berechtigt, zu sagen, daß, wenn man von der großen Mehrzahl der englischen Camine ihre glänzende Politur abrechnet, deren Werth uns an einem der Oxydation so ausgesetzten Gegenstande sehr zweifelhaft erscheint, ein erhebliches Verdienst in der Construction derselben nicht aufzufinden ist.

Auch einzelne schön verzierte Zimmeröfen waren ausgestellt; an den Meisten derselben aber sah man der Vorliebe des Engländers für das offene Feuer sorgfältig Rechnung getragen. Die Oefen hatten fast alle den offenen Feuerraum, wie ihn das Camin hat, es mußte daher wegen der Zutritt findenden großen Luftmenge Alles vermieden werden, was dem Rauchabzuge hinderlich ist, so daß also von Brennmaterialien sparender Circulation bei diesen Caminöfen keine Rede sein kann.

Wenn nun aber, vom pyrotechnischen Standpuncte aus betrachtet, die sämmtlichen auf den Steinkohlenbrand berechneten Oefen der Engländer auf einer sehr niedrigen Stufe stehen, so hat sie dagegen die Leichtigkeit, mit welcher in England an allen bedeutenden Plätzen das Gas erhalten werden kann, auf eine Art von Oefen geführt, welche in der That eine neue Aera nicht nur in der Construction der Oefen, sondern selbst im Häuserbau, bezüglich der so lästigen Camine, in Aussicht stellt, nämlich auf die Gasöfen. Dieselben werden, wie wir später sehen werden, in verschiedener Weise construirt, kommen aber alle darin überein, daß man anstatt eines andern Brennmaterials das gewöhnliche Beleuchtungsgas in einer großen Anzahl kleiner Flämmchen in einem Ofen verbrennt, welcher dadurch so erhitzt wird, daß er die erforderliche Wärme an das Zimmer abgiebt, während die Verbrennungsproducte wie bei einem gewöhnlichen Ofen durch ein Ableitungsrohr abziehen.

Erwägt man, welche außerordentliche Vortheile es bietet, jeden Augenblick den Ofen in und außer Wirksamkeit zu setzen und dabei die ganze Beschaffung des Brennmateriales mit der bloßen Umdrehung eines Hahnes bewerkstelligen zu können, von Asche, Ruß und Rauch völlig befreit zu sein und, statt eines Camins bloß einer engen Dampfröhre zu bedürfen, welche man überall aus den Gebäuden kann ausmünden lassen, zieht man ferner in Betracht, wie bei dieser Heizung die sämmtlichen brennbaren Theile des Brennmaterials vollständig zur Benutzung kommen, entweder als Kohle, welche in den Gasretorten zurückbleibt, oder als Gas, das nun ohne Rauchbildung verbrennt, wie man inmitten der Gaslichter zugleich kochen oder wärmen kann, ohne dabei dem Rauch oder Ruß ausgesetzt zu sein, so stellt sich theoretisch die Gasheizung als die vollkommenste heraus und man kann sich

recht wohl der Hoffnung hingeben, daß es der Technik in nicht sehr ferner Zeit gelingen werde, dieselbe in weiterer Verbreitung mit gleichen öconomischen Vortheilen an die Stelle der Holz- und Steinkohlenheizung zu setzen, wie die Gasbeleuchtung an die Stelle der Lampenbeleuchtung getreten ist. Sollte es gelingen, Wasserstoffgas ohne bedeutenden Gehalt an Kohle billig darzustellen, so wird der Werth der Gasöfen noch steigen, indem dann jede Gasabführung überflüssig würde. Wie ganz anders muß es sich, wenn einmal diese Heizung eingeführt ist, in London leben, wo jetzt Neunzehntheile des Brennmaterials als Rauch von den so überaus schlecht und ungesund eingerichteten Heiz- und Kochapparaten durch die Schornsteine abgeführt wird, um als schwarzer Nebel die Stadt zu bedecken. Man wird sich in die frühere Zeit des ersten Eduard zurückversetzt sehen, wo in Folge einer Parlements-acte, die den Steinkohlenbrand in London zum Verbrechen machte, einer ihrer Bewohner, weil er dennoch Steinkohlen brannte, gehangen wurde.

In der That hat diese Feuerung in London auch schon begonnen, kräftige Wurzel zu fassen, und die Gasfabriken stellen bereits einen nahmhaften Abschlag des Gases in Aussicht, welchen sie mit Vortheil werden eintreten lassen können, sobald durch gleichzeitige Entstehung einer großen Anzahl von Gasheizungen ihr Gasabsatz sich auf ein Vielfaches seiner bisherigen Höhe wird erhoben haben.

Die englischen Kochapparate kann man, wie die Heizapparate, in zwei Hauptabtheilungen zerfällen, in die mit Steinkohlenfeuerung und die mit Gasfeuerung, denn auch zur Speisenbereitung fängt man in England an, hie und da die Gasflamme zu benutzen. Den mit Steinkohlen gefeuerten Kochapparaten ist ihre Abstammung von Caminen, welche früher ebenso ausschließlich zum Kochen wie zum Heizen

dienten und von der niedern Classe in England jetzt noch allgemein dazu gebraucht wird, auf's Deutlichste aufgeprägt. Der unvermeidliche Roastbeef bedingt ebenso unerläßlich ein offenes Heerdfeuer. Dieses durch Verschiebbarkeit einer der Seitenwandungen des Feuerheerdes, dem größern oder kleinern Bedürfnisse entsprechend, herzustellen und hierdurch, sowie durch Anbringung von Wassergefäßen oder Dampferzeugern, welche die Rückwand des Feuerheerdes bilden, die erzeugte Wärme vollständiger zu verengern, sind die Grundgedanken in fast allen Verbesserungen, welche die englischen Heerdfabricanten in Anspruch nehmen. Dazu gesellt sich dann noch eine Reihe von verschiedenen Constructionen von Bratspießen, Bratenwendern u. dergl., welche der Engländer als höchst wichtige Apparate betrachtet. Die englischen Kochheerde zeichnen sich somit mehr durch ihre solide Herstellung, als durch wirthschaftliche Einrichtungen aus. Sie sind meistens sehr gut gearbeitet, werden aber auch gut bezahlt. Heerde, an welchen sich kein Uebermaß von Schlosserarbeit, sondern nur der für die verschiedenen Behälter nöthige, aber allerdings fleißig gearbeitete, Beschlag befindet, werden, während doch das Eisen so wohlfeil ist, mit einem Lstr. für den Centner bezahlt und finden um diesen Preis willigen Absatz. Dabei trifft man selten Kocheinrichtungen, welche unter 400 bis 500 Pfund schwer sind, häufig aber solche bis zu 20 Ctnr. schwer und auch noch schwerer. Heerde, welche mit 40 bis 50 Lstr. bezahlt wurden, sind in den meisten Küchen der Klubbhäuser, Gasthöfe und anderer größern Speiseanstalten zu finden. Auf mehren der ausgelegten Programme der Aussteller war zu lesen: „Preise von 5 Lstr. aufwärts."

Die Gaskochheerde fangen soeben an, in den allgemeinen Gebrauch überzugehen und werden von denjenigen, die sie benutzen, sehr gelobt. Sie sind in

der That die einfachsten Kochapparate, die man sich denken kann. In dem geschlossenen Koch-, Brat- und Backraume, der sich lediglich nach Form und Größe der zu bereitenden Speisen zu richten hat, führt man eine eiserne Gasröhre rings an der Wandung und zunächst dem Boden herum, in welche eine Reihe von feinen Löchern eingebohrt, oder bei größeren Apparaten eine Reihe von Brennern eingeschraubt ist. Damit die Gaslichter gehörig brennen können, muß für den nothwendigen Abzug der Dämpfe und für Gelegenheit zum Luftzutritt gesorgt werden, wozu die nöthigen Klappen angebracht sind.

Das Kochen mit Gas hat schon im Jahr 1739 Dr. Clayton seinen Landsleuten empfohlen. Murdoch nahm im Jahre 1789 die Sache wieder auf und bereitete gekochte und gebratene Speisen mit Gas. Demungeachtet verblieb die Benutzung der Gasflamme zum Kochen und Wärmen den chemischen Laboratorien, bis im Jahre 1824 die Aetnawerke bei Liverpool anfingen, Gaskochöfen zu fertigen; ein sprechender Beweis, daß auch die Engländer sich nicht in Verbesserungen übereilen.

In neuester Zeit haben einige größere Speiseanstalten die Sache angegriffen, so daß eine rasche Verbreitung zu erwarten ist. Es ist in alle öffentliche Blätter übergegangen, wie Soyer, einer der berühmtesten Kochkünstler Londons und nun Besitzer einer großen Gartenwirthschaft, im verflossenen Sommer ganze Ochsen mit Gas gebraten hat.

Der Apparat, den er dazu verwandte, bestand in einem mit Backsteinen gepflasterten und aus demselben etwa 2 Fuß hoch aufgeführten Ofen, mit stark verzinntem Eisenblech überwölbt, hinten von demselben mit einer Backsteinmauer und vorn mit zwei eisernen Flügelthüren verschlossen, weit und lang genug, um einen 1800 Pfd. schweren Ochsen, auf einem eisernen

Wagen liegend, aufzunehmen. Etwa handbreit von den Seitenwandungen entfernt, liefen die Gasleitungen hin, auf welche Brenner aufgesetzt waren, um die Lichter einen Fuß hoch über den Boden zu bringen. Der Wagen lief auf einer außerhalb des Ofens fortgesetzten Eisenbahn und hatte eine an ihrer tiefsten Stelle der Länge nach aufgeschnittene halbcylindrische Blechmulde vom Durchmesser des Ofens, welche die directe Einwirkung der Lichter vom Ochsen abhielt, das ablaufende Fett auffing und in eine untenstehende Rinne fallen ließ, die es in einen Behälter leitete. An der Decke und den Thüren des Ofens waren Fensterchen von Glimmer angebracht, um den Verlauf der Operation beobachten zu können, und Schieber, um dieselbe zu reguliren.

Daß der Monsterbraten durchaus schmackhaft war und nirgends Noth gelitten hatte, davon haben sich Hunderte von Gästen überzeugt, und der Beweis ist vollkommen hergestellt, daß man mit Gasfeuer die Speisen jedenfalls weit bequemer bereitet, als mit jedem andern Brennmateriale.

Wir gehen nun zu den einzelnen Ausstellungen über, von welchen wir jedoch, wegen ihrer großen Anzahl, nur die bedeutendsten erwähnen können.

Hooche, Rotson und Hoole von Sheffield hatten um einen geschmackvoll aufgebauten Pfeiler herum 16 verschiedene Camine von ausgezeichneter Arbeit ausgestellt; zu denselben wurde später noch ein sehr großer eleganter Caminofen beigebracht. Neben der höchst vollkommenen Politur zeichnete sich in den reichlich, jedoch nicht im Uebermaße, angebrachten Verzierungen der Geschmack des Modelleurs und die Fertigkeit des Gießers aus. Einige noch mit den Angüssen versehene ausgestellte Duplicate der an den Caminen angebrachten Laubwerke übertrafen weit die von den andern englischen Kunstgießern ausgestell-

ten Arbeiten. Auch in der Mannichfaltigkeit der Behandlung ihres Materials sind die Aussteller lobenswerth, sie hatten theilweise ihre vortrefflichen Eisengüsse unciselirt, bloß mit einer Firnißdecke vor dem Roste geschützt, angewendet und damit sehr gute Effecte erzielt. Die Jury hat dieser Ausstellung die große Verdienstmedaille zuerkannt.

Stuart und Smith von Sheffield hatten in einem mit vielem Aufwande geschmackvoll verzierten Raume ebenfalls eine reiche Sammlung von äußerst elegant gearbeiteten Caminen ausgestellt. Unter denselben zeichnet sich ein Pultcamin besonders aus, an welchem ein horizontal um seine Achse sich drehendes Cylinderstück auf den mit einer massiven Brustplatte eingeschlossenen Feuerheerd in ähnlicher Weise herabgelassen werden kann, wie man dieß früher häufig bei Schreibtischen in Anwendung fand. Das Feuer kann dadurch nach Belieben verdeckt oder offen gehalten werden, so daß man Camin oder Ofen hat, wie man es wünscht. Der Feuerkasten hat eine massive Vorderwand. Diese Construction ist von Laury in Paris erdacht und in England patentirt worden, worauf Stuart und Smith das Patent besitzen. Dieselben Aussteller haben das Sylvester'sche Patent in größerem Maßstabe ausgebeutet, welches die Benutzung der aus dem Caminfeuer abziehenden Wärme zur Luftheizung zum Gegenstande hat.

Ein Theil der Stuart und Smith'schen Camine ist mit geschmackvoll modellirten Bronceverzierungen geschmückt, welche übrigens, unserer Ansicht nach, zum großen Theile den Werth derselben eher vermindern als vermehren; die Camine sind damit viel zu sehr überladen und bei den Ornamenten ist zu wenig Rücksicht auf die unter allen Umständen von Zeit zu Zeit nothwendige Reinigung genommen, welche bei so complicirten Schmuckarbeiten am Ende

nur in einer Werkstätte vor sich gehen kann, wo man die zur Darstellung derselben nöthigen Einrichtungen und Werkzeuge hat.

Die Majorität der Jury hat für diese Arbeiten die große Verdienstmedaille unter ausdrücklicher Hervorhebung der Einführung der Pultcamine von Laury ertheilt, worin dieser Ofenbaumeister ersten Ranges die Genugthuung finden mag, welche ihm mit seiner eigenen Ausstellung, trotz ihrer Vortrefflichkeit, nicht geworden ist.

Yates, Haywood u. C. von London hatten eine ausgezeichnete Sammlung von Caminen und Oefen in einer Reichhaltigkeit ausgestellt, wie sich kein anderer Aussteller derselben rühmen kann. Ihr schönstes Stück war der bereits erwähnte, mit geschmackvoller Bildhauerarbeit eingefaßte und mit polirter Stahlfläche und Bronce-Laubwerken überaus reich verzierte Camin, dessen Preis zu 7000 Thlr. notirt war. Von diesen an waren in etwa 20 Abstufungen abwärts alle Grade der Ausführung zugleich als Repräsentanten der verschiedenen Hauptconstructionen ausgestellt, bis zu 10 Sgr. das Stück, letzteres natürlich nur aus einigem Rostwerk bestehend, das in der Feuermauer befestigt, die Dienste des Camins versieht. Oefen waren von 1400 Thlr. abwärts bis auf 1 Thlr. das Stück ausgestellt, ebenso eine Reihe anderer patentirter Oefen, über deren Fertigung die Aussteller mit den Patentträgern sich verständigt haben. Auch in der Verzierung haben diese Aussteller eine große Mannichfaltigkeit an den Tag gelegt, welche besonders noch aus dem zugleich aufgelegten, höchst reichhaltigen Musterbuche hervorgeht; in demselben sind gegen 500 Nummern verschiedener Camine und Oefen und Caminvorsätze verzeichnet, von denen ein großer Theil in mehren Abstufungen der Feinheit gefertigt wird, so daß daraus gegen 2000 verschiedene Waaren-

sorten hervorgehen. Sehr bequem für die Reinhaltung sind hier an allen reicher verzierten Caminen die Verzierungen bloß angehängt, so daß sie behufs der Reinigung abgenommen werden können. Ebenso sind für die dem Feuer ausgesetzten, in polirtem Stahle ausgeführten Stücke eiserne Reservestücke vorhanden, welche während der Benutzung der Feuerung eingesetzt werden, so daß jene nur zur Sommerszeit als Zierde dienen.

Unter den verschiedenen Patentöfen dieser Ausstellung sind diejenigen von Chanters, Jeffrey und Dr. Arnott bemerkenswerth.

Chanters' Ofen ist ein von drei Seiten verschlossener, nach Vorn offener und oben bedeckter Kastenofen, in welchem sich der gewöhnliche Feuerheerd der Camine, auf drei Seiten mit Backsteinen ausgefüttert, befindet. Hinter dem Ofen befindet sich ein Rohr, in welches der Rauch durch eine in der Deckplatte befindliche Oeffnung gelangt; mit letzterer ist das Rohr durch einen halbcirkelförmigen Krümmling in Verbindung gesetzt. Es ist also hier eine Caminfeuerung mit gleichzeitiger Wärmung durch die Wandungen und gestürztem Zuge ausgeführt. Das Rauchrohr muß natürlich mit einer in der Bodenfläche mündenden Esse in Verbindung sein. Statt dessen wendet der Patentträger auch zwei verticale Circulationen im Ofen selbst an, auf deren letzte aufwärtsgehende er dann ein Abzugsrohr aufsetzt. Jeffrey's Patent besteht in einem ähnlichen Ofen mit angebrachten Luftheizungscanälen, welche natürlich eine Menge von Verschiedenheiten in der Ausführung zulassen. Auf Dr. Arnott's Ofen werden wir später zurückkommen.

Diesem Aussteller ist die Preismedaille zuerkannt worden. Derselbe hat in unsern Augen das gleiche Verdienst mit den bereits erwähnten Ausstellern von Caminen und Oefen.

Die Coalbrookdale-Compagnie, deren Kunstgüsse wir früher erwähnt haben, hat ebenfalls eine Sammlung schön gearbeiteter Camine ausgestellt, an denen wir das Streben nach geschmackvollen Formen hervorheben müssen.

James Gray u. Söhne aus Edinburgh hatten ein Camin ausgestellt, bei welchem die Heizung im Centrum einer großen, mit sehr schön polirtem Stahlbleche überzogenen Muschel saß, wobei übrigens der Rauch durch einen am Schlosse der Muschel befindlichen halbkreisförmigen Spalt entweichen konnte. Sie stellten eine große Strahlenreflexion von der polirten Muschel in Aussicht, bei welcher aber nicht abzusehen ist, wie sie nicht bald durch Rost und Ruß des größten Theils ihres Zurückwerfungsvermögens beraubt sein soll. Man gab den Ausstellern die Preismedaille.

William Borton von London strebte mit einem Camine, den er Nautilusofen heißt, etwas Aehnliches an und erhielt eine Belobung.

Die Camine von Deane, Dray n. Comp., sowie die von William Pierre ausgestellten und sehr niedlichen Camine, deren Verfertiger nicht zu erfahren war, hatten eine sehr gute Vorrichtung, um die von dem Caminfeuer herabfallende Asche unsichtbar zu machen. Wie Jalousien hintereinander aufgestellt, war eine Reihe von polirten Stahlblättern über die Caminvorsätze angebracht, durch welche Alles, was vom Feuer herabfällt, durchrollen und in den in solcher Weise coulissenartig verdeckten Aschenraum gelangen kann. Diese Einrichtung kann zur Nachahmung empfohlen werden, sie wurde mit der Preismedaille belohnt.

Jobson u. Comp. in Sheffield hatten zum gleichen Zwecke ihre Feuerheerde in das ausgeschnittene Centrum eines aus polirtem Stahlbleche gefertigten paraboloidischen Reflectors gestellt, welcher auch, unten herum durchgeführt, den Aschenfall verdeckt und, behufs

der Reinigung desselben, abgenommen werden kann. Zugleich hatten sie hinter dem Feuerkasten noch eine Luftwärmungs-Circulation angebracht. Die Preismedaille wurde dafür ertheilt.

Einen angenehmen Contrast mit der an so vielen ausgestellten Caminen angebrachten Ueberladung mit polirten Stahlflächen und Ornamenten machten die von Robertson, Carr und Steel in Sheffield ausgestellten Camine aus geschwärztem Gußeisen mit ausgegossenem Laubwerk und Durchbrechungen, durch welche eine polirte Unterlage bescheiden hervorsah; sie erhielten die Preismedaille.

Außer den so eben erwähnten Firmen haben noch mehr als ein Dutzend Fabricanten lobenswerthe Arbeiten ausgestellt, welche sämmtlich mit Preismedaillen belohnt worden sind; wir enthalten uns der speciellen Erwähnung, welche nichts anders als die wiederholte Erzählung von fleißigen Arbeiten wäre, bei welchen die schöne Politur die Hauptsache ist.

Main Avenue im officiellen Cataloge zählen diese im englischen Geschmacke elegant ausgeführten Arbeiten näher auf, bei welchen übrigens das pyrotechnische Moment meistens sehr wenig zur Geltung gekommen und, trotz allen angepriesenen Verbesserungen, immer noch mehr oder weniger das Urtheil anzuwenden ist, das Jobson aus Derby im Programm zu seiner Ausstellung über die englischen Heizcamine ausspricht. Er sagt:

„Die drei ersten Bedingungen englischen Comforts sind Wärme, Freundlichkeit und Reinlichkeit des Heizapparates. Wie sehr muß es deßhalb auffallen, daß bei den meisten englischen Heizeinrichtungen nahezu alle Wärme und die Hälfte des Lichts mit dem Rauche durch den Camin fortgeführt und im Caminvorsatze ein Vorrath von Staub und Asche ausgelegt

wird. Wenn man die Sache bei'm rechten Namen nennen will, so muß man einen englischen Feuerheerd definiren als eine kunstreich hergestellte Vorrichtung zur Verwüstung von Brennmaterial und zum Umherstreuen von Asche."

Das einzige Nachahmungswerthe, welches wir an den englischen Kohlenheizungen finden konnten, ist die bei einem Theile derselben angewendete Umfassung des Feuerraums mit feuerfesten Steinen. Dieselbe hat vor den eisernen Wandungen den großen Vorzug, daß sie den Kohlenraum weniger abkühlt und so eine lebhaftere und vollständigere Verbrennung unterhält.

An Ofenconstructionen, welche auch auf Brennmaterial-Ersparniß abzielen, möchten noch die folgenden eine besondere Beschreibung verdienen:

Dr. Arnott's Faltenofen, ausgestellt von Frederik Edwards. Dieser in deutschen Journalen schon lange beschriebene Ofen ist von dem in England als pyrotechnischer Schriftsteller sehr in Ansehen stehenden Dr. Arnott, welcher u. A. die Schrift: „**Treatise on Warming and Ventilating**" geschrieben hat, construirt und in diesem Werke genauer beschrieben. Seine Einrichtung ist im Wesentlichen die, daß das Brennmaterial in einer warmhaltenden Umgebung, gewöhnlich einem Thoncylinder, zur Verbrennung gebracht und durch besondere Vorrichtungen der Zutritt der zur Verbrennung erforderlichen Luft so regulirt wird, daß diese letztere sich dem Wärmebedürfnisse anpaßt. Dabei ist der eigentliche Feuerofen, der den gewöhnlichen Rauchabzug hat, mit einem Ω förmig gefalteten Mantel umgeben, welcher durch seine vergrößerte Oberfläche für die Ausstrahlung der Wärme besonders geeignet ist. Oben ist ein mit dem bekannten Sandschluß gedichteter Deckel befindlich, um das Brennmaterial einzubringen, und unten eine Einlaß-

klappe für die atmosphärische Luft, welche, sobald die Temperatur im Zimmer sich zu sehr erhöht, sich schließt und im gegentheiligen Falle sich öffnet. Dieß wird durch einen mit der Klappe correspondirenden Schwimmer erreicht, der im offenen Schenkel einer umgekehrt heberförmigen Röhre von Glas in Quecksilber getaucht ist, während die im andern Schenkel befindliche Luft, jenachdem sie sich ausdehnt oder zusammenzieht, das im communicirenden Theile befindliche Quecksilber steigen oder fallen macht. Statt dieser ursprünglichen Regulirvorrichtung scheint übrigens Dr. Arnott darauf zurückgekommen zu sein, den Luftzutritt bloß durch ein Gegengewicht an einem an der Klappe befindlichen Hebel zu reguliren; dieser ist so gekrümmt, daß, jenachdem das Gewicht darauf heraus- oder hineingeschoben wird, die Klappe sich mehr oder weniger öffnet, was nur nach Bedürfniß bewerkstelligt wird. Dasselbe anstrebend hat

Hurley, Heriot u. Comp. ausgestellt: **Cook's patent self-regulating stoves.** Eine Messing- und eine Stahlplatte sind zusammengekittet und krümmen sich somit bei eintretender Veränderung der Temperatur. An einem Ende sind beide Platten am Ofen befestigt, am anderen an einem kleinen Hebel zunächst dem Drehungspuncte der Einlaßklappe, die nun durch die Veränderung in der Krümmung mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen wird. Auch hier hat man für nothwendig gefunden, noch eine Regulirvorrichtung mittelst einer Stellschraube anzubringen, was darauf hinweis't, daß die Sache nicht practisch ist. Dieselben Aussteller hatten einen eigenthümlichen Gasofen ausgestellt, der im Wesentlichen in einem mit Wasser gefüllten Cylinder besteht, an welchen eine Reihe darunter befindlicher Gaslichter ihre ganze Wärme absetzen soll, was sie aber nur thun werden, so lange das Wasser noch kalt ist.

Als außerordentlich effectvoll wurde der von Keene ausgestellte Blättercamin gepriesen. Der Feuerheerd ist mit einer halbcylindrischen Haube bedeckt, so daß er ungefähr die Form eines Backofens hat; auf diesen Halbcylinder sind von 2 zu 2 Zoll in radialer Richtung Blechtafeln angenietet, deren Länge beliebig, am Bequemsten wohl zu 2 Fuß, genommen wird. Durch diese Blechtafeln läßt der Patentträger die Zimmerluft circuliren und will damit sehr viel Wärme gewinnen, indem die Tafeln von dem gußeisernen Mantel, an welchen unten die Heerdflamme schlägt, die Wärme sehr rasch ableiten sollen.

Stettleton u. Sohn von London hatten einige dem Hartmann'schen Füllofen ähnliche Oefen ausgestellt. Diese Oefen haben in Deutschland und Frankreich einige Zeit Nachfrage gehabt, die aber wieder aufgehört hat. Sie sind, in der Regel, cylindrisch, haben im Innern einen Füllschacht, welcher durch die fest schließende Haube des Ofens ausmündet und dort mit einem Sandschlußdeckel verschlossen wird, sobald das Brennmaterial eingebracht ist. Ein Rost, unter dem sich wie gewöhnlich ein Aschenfall befindet, bildet den Boden des Füllschachtes; einige Zoll über demselben sind für den Austritt des im untern Theile des Füllschachtes brennenden Feuers ringsherum in einem horizontalen Kreise zollweite Löcher angebracht; zwischen dem Füllschachte und dem Mantel ist zur Aufnahme der Flamme und Abführung der Rauchluft ein Zwischenraum von 1—2 Zoll, welchem, behufs der Verbrennung, noch durch ein besonderes Register Luft zugeführt werden kann; ein Rauchrohr führt sodann den Rauch in die Esse. Das Brennmaterial kann nur in dem Maße von oben nachrücken, wie es unten wegbrennt; die Einrichtung ist namentlich der Rauchverbrennung sehr günstig. Wenn diese Oefen aber nicht so eingerichtet werden, daß man außerhalb

des Zimmers zur Fülleinrichtung gelangen und von dort aus die Füllung besorgen kann, so hat man öfters mit Rauch und Staub im Zimmer zu kämpfen, was man gern mit etwas Brennmaterial aufwiegt. Eine Verbesserung der Hartmann'schen Construction konnten wir an Stettleton's Oefen nur darin finden, daß er ein Fensterchen von einem Glimmerblatt darin angebracht hat, welches die Beobachtung der Verbrennung erleichtert, die man nicht in's Stocken gerathen lassen darf, wenn man nicht große Mühe mit dem Wiederanzünden des Feuers haben will.

An dem von Brown und Green ausgestellten Ventilating suspension-Ofen, der einem gewöhnlichen Rundofen am Nächsten kommt, ist die Haube mittelst eines Gestelles über den Ofencylinder gehängt, so daß ringsherum ein etwa $\frac{3}{4}$ Zoll weiter Spalt offen bleibt, der die von dem Mantel erhitzte Luft in den obern Theil des Ofens und den Camin führt, allerdings ein Ventilofen, der aber, anstatt des Zimmers, den Camin erwärmt.

Dowson aus London stellte Cundy's Patent-Luftheizungsofen für Kirchen aus, für welchen er eine Menge günstiger Zeugnisse von geistlichen Herren beibrachte. Der Ofen ist ein gewöhnlicher Caminofen aus feuerfestem Thon mit offener Feuerung, wie ein Camin construirt und hinter dem Feuerraume mit einem gestürzten Zuge versehen, aus welchem der Rauch in den Schornstein abzieht. Dieser thönerne Ofen ist mit einem eisernen Mantel mit einigen Zollen Spielraum umgeben, durch welchen von Außen unter dem Boden hergeleitete Luft in den zu heizenden Raum geführt wird; auch die Zunge im Ofen ist hohl und dient zur Luftcirculation. Von demselben Erfinder rührt eine Camineinrichtung her, bei welcher der Feuerstand ganz nahe an die Schornsteinöffnung gerückt ist, um den Rauch recht heiß abzuführen. Diese Brenn-

material verwüstende Einrichtung ist als ein, allerdings sicheres, Mittel, rauchende Schornsteine zu curiren, sehr angepriesen und mit dem Namen Dioiko-Kapnon-Stove oder Rauch ableitender Camin in's Publicum gebracht worden. Der Aussteller hat übrigens, trotz des gelehrten Namens seines Fabricates, während der Dauer der Ausstellung banquerott gemacht.

Stoirsains hat, neben einer Anzahl von Caminen mit künstlichen, aber wenig practischen Luftheizungs-Vorrichtungen, einen Caminofen aufgestellt, der wohl bei den Engländern, die nun einmal das Feuer in ihren Oefen sehen wollen, unter allen geschlossenen Oefen am Meisten Eingang finden wird und mit der Annehmlichkeit der Caminform die aus der Anwendung geschlossener Feuerräume resultirende Brennmaterial-Ersparniß soviel als möglich in Verbindung bringt. Er giebt nämlich seinem Ofen da, wo die Flamme brennt, eine große, aus sehr feinem Drahtgewebe mit eisernen Rahmen construirte Thür. Durch das Gewebe mag die zur Verbrennung der Flamme erforderliche atmosphärische Luft einströmen, es erhält aber durch das Hinderniß, welches es dem freien Luftzutritt entgegenstellt, den Feuerraum so warm, daß eine vollständigere Verbrennung erfolgen kann. Der Gedanke, solche Thüren anzuwenden, gehört übrigens ursprünglich Hrn. Laury in Paris an, der auch hier wiederum von einem englischen Collegen benutzt worden ist.

Gasöfen zur Zimmerheizung haben:

W. F. Copeland, 160 New Bond Street; Court, 18 Queen Street; Warriner, 16 Arundel Street; L. Rickets, 5 Agar Street, Strand, sämmtlich aus London, ausgestellt.

Die Oefen von Copeland und von Warriner sind von Thon, der Court'sche und der Rickets'sche von Eisen. Der Copeland'sche Gasofen, der auch

unter dem Namen des patentirten Erfinders Edwards als Edwards'scher Atmopyre-Ofen bekannt ist, ist ein ganz gewöhnlicher Rundofen von Porcellan; an der Stelle des Rostes befindet sich eine ringförmig gebogene Gasröhre von Eisen, welche mit der Gasleitung in Verbindung steht und mit einem Hahne zum Absperren versehen ist. In diese ringförmige Röhre ist etwa auf 3 Zoll Entfernung eine Anzahl ganz niedriger Brenner mit runder Oeffnung vertical eingeschraubt. Ueber diese Brenner gestürzt, sitzen die von Edwards ersonnenen Thonkäppchen, kleine hohle Thoncylinder von etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll Wandstärke und 2—3 Zoll Höhe, oben geschlossen und gerade weit genug, um auf den conischen Fuß der Brenner zu passen; sie sind mit einer möglichst großen Anzahl ganz feiner Löcher versehen, durch welche das Gas ausströmen kann, welches durch die in den Käppchen (hoods) sich ansammelnde Wärme in seiner Verbrennung sehr unterstützt und zur vollständigen Verzehrung gebracht wird. Diese Vorrichtung ist vortrefflich und wohl bestimmt, den Werth der Gasöfen bedeutend zu erhöhen. — Die vollständigere Verbrennung der Gase, die sie unbestreitbar veranlaßt, hat neben dem directen öconomischen Vortheil noch das Gute, daß die Erzeugung des der Gesundheit nachtheiligen Kohlenoxydgases vermieden wird. Man kann deßhalb aus dem Ofen einen sehr schwachen Zug geben und hat in Localen, in welchen die Thüren häufig geöffnet werden, am Ende gar keinen Schornstein mehr nöthig. Edwards erhielt die Preismedaille. Copeland setzt sehr viel von diesen Oefen ab, die besonders für besser eingerichtete Zimmer sich sehr empfehlen.

Neben den Gasöfen befand sich noch ein Gasschmelzofen für Goldarbeiter, welcher sehr bequem ist, weil man kleine Quantitäten edlen Metalles jeden Augenblick zusammenschmelzen kann. In einem mit

Thon ausgeschlagenen kleinen Tiegelofen sind horizontal mehre concentrische Gasröhren mit senkrechten Brennern angebracht; auf die aus denselben brennenden Flammen wirkt eine Anzahl feiner in der Wandung liegender Blaseröhren, durch welche mit einem Blasebalg atmosphärische Luft eingeblasen wird. Sämmtliche Blaseröhren, welche die Weite von Löthrohröffnungen haben, sind in einer ringförmigen Zuleitung eingesetzt. Wind und Gasmenge werden durch zwei Hähne regulirt, deren einer nach der Gas-, der andere nach der Windleitung, im Focus der Tiegel angebracht ist. Solche Apparate werden bekanntlich schon seit längerer Zeit in den Laboratorien angewendet.

Court hat in seinem, wie wir glauben, minder vollkommenen Gasofen bloß eine spiralförmig mehrfach gewundene Brennröhre mit einer großen Anzahl ganz feiner vertical eingebohrter Löcher und durch den Ofen einige Blechröhren vertical durchgeführt, die zur Luftwärmung dienen sollen.

In ähnlicher Weise ist der Ofen von Warriner construirt, der auch eine Vorrichtung zum Wasserwärmen ausgestellt hat, welche eine gute Wirkung haben dürfte. Das Wasser befindet sich zwischen den Wandungen eines Doppelcylinders; im innern Cylinder ist eine schlangenförmig gewundene Gasröhre mit Brennlöchern fast der ganzen Höhe nach durchgeführt.

E. Rickets hat eine ganze Sammlung nützlicher Heiz-, Wärm- und Kochapparate ausgestellt, mit welchen er die Gasheizung für eine Menge von Zwecken darstellt. Er hat auch, wie wir uns überzeugt haben, einen bedeutenden Absatz mit denselben gefunden. Er stellte Gaskochheerde aus, an welchen neben der bereits beschriebenen Art der Heizung der Bratöfen besonders auch offene Feuer bemerklich sind, auf welchen, wie über einem Holz- oder Kohlenfeuer, gekocht wird.

Die Heerdplatte hat dieselben Kochlöcher, wie ein deutscher Kunstheerd; in denselben vertieft sind feine Drahtsiebe eingesetzt, unter welchen spiralförmige eiserne Röhren geführt sind, in welchen sich die öfters beschriebenen feinen Brennlöcher befinden. Läßt man das Gas ausströmen und entzündet es oberhalb des Drahtgewebes, so erscheint es als eine zusammenhängende Flamme, welche eine sehr intensive Wärme entwickelt. Um zugleich die Vortheile der Kohlengluth zu genießen und die Gasverbrennung durch Berührung mit heißen Körpern zu fördern, sind kleine Bimssteine locker auf den siebförmigen Boden aufgehäuft. Das Gefäß, welches auf das Kochloch aufgesetzt wird, darf natürlich dasselbe nicht vollständig abschließen, sondern muß ein klein Wenig davon abstehen. Zu diesem Behufe sind auf der Heerdplatte in kleinen Distanzen haselnußgroße Warzen angegossen; eine Einrichtung, welche zugleich den Vortheil gewährt, daß die Gefäße von Unreinigkeiten auf der Heerdplatte nicht beschmutzt werden und welche deßhalb auch häufig bei den mit Kohlen geheizten englischen Heerden getroffen wird. Rickets verkauft kleine Gaskochapparate von Weißblech, welche man am Besten einem Wandschranke vergleicht, in welchen die Speisen gebracht und nach Wunsch gekocht oder gebraten werden. Diese Einrichtung ist außerordentlich bequem und wenn man bedenkt, wie sehr sich durch ihre Benutzung der ganze Haushalt vereinfacht und wie man keine Minute länger Brennmaterial consumirt, als es eben absolut nothwendig ist, so überzeugt man sich bald, daß die Anwendung der Gaskochöfen ihre sehr großen Vortheile hat. Rickets giebt an, daß man zum Braten von 20 Pfund Fleisch 14 Cubikfuß Gas per Stunde gebraucht und in längstens 2 Stunden der Braten fertig sei, was selbst bei höheren Gaspreisen, welche übrigens nur eintreten werden, wo auch das

Brennmaterial theuer ist, eine Ersparniß gewährt. Kleine Schmorapparate, auf welchen man in wenig Minuten Cotelette u. dergl. kleinere Gegenstände braten kann, fertigt Rickets ebenfalls; sie sind ohngefähr wie ein gewöhnlicher Rost construirt; die etwa aus 2 Zoll breiten Flacheisen gefertigten Roststäbe sind jalousieartig geneigt, auf eine Kante gestellt und unten mit einer Rinne versehen, welche das ablaufende Fett wieder in einen Behälter leitet. Unter den Stäben laufen die Gasröhren mit den Brennlöchern hin.

Ferner hatte Ricket's Wärmeöfen für Bügeleisen, Wärmeisen für Buchbinder-Werkzeuge und Wärmeinrichtungen für Hutmacher ausgestellt, welche der Arbeit sehr förderlich sind. Bei dem Apparate für Bügeleisen ist am Fuße eines nach der Zahl der gleichzeitig zu wärmenden Bügeleisen zu bemessenden feuerfesten Steins die Gasröhre mit den Brennern entlang geführt, die aber mit einem Drahtgewebe überdeckt ist, damit eine zusammenhängende Flamme entstehe. Vor der Röhre befindet sich das gußeiserne Gestelle für die Bügeleisen, welche, mit der schmalen Rückseite auf demselben stehend und über die Gasflamme her an die Backsteinwand gelehnt, an der Bügelfläche erhitzt werden. Mit einem Verbrauche von 12 Cubikfuß Gas in der Stunde sollen fortwährend 6 Bügeleisen geheizt werden.

Der Wärmofen für die Buchbinder-Fileten besteht in einem etwa ½ Fuß weiten und 2 Fuß hohen Blechcylinder, an welchem nach Unten 1 Fuß hohe Füße angenietet sind. Der Cylinder ist unten offen, in der Mitte steigt die Gasröhre auf oder ist durch ein Loch von der Seite zu geführt und endigt oben mit einer horizontalen Spirale, in der die Brennlöcher sich befinden. Die Flamme hat noch durch ein Drahtnetz zu passiren und dringt dann durch die in den Deckel des Ofens angebrachten Löcher, theils senkrecht, theils

radial, so daß die zu wärmenden Werkzeuge im Kreise herum aufgelegt werden können. Mit 6 Cubikfuß Gas in der Stunde sollen unausgesetzt die Werkzeuge für 2 Arbeiter gewärmt werden. Rickets erhielt die Preismedaille.

William Strode, 16 St. Martins le Grand, London, halte einen Gasheizofen und einen Gaskochofen ausgestellt, wovon im illustrirten Cataloge eine Abbildung gegeben ist, welche aber die Construction nicht sehr erläutert. Man muß sich die bereits beschriebene Gasleitung hineindenken, kann aber doch daraus sehen, wie einfach diese Apparate sind, in welchen, wie in einem Wandschranke, durchlöcherte Fächer übereinanderliegen, in die man die Gefäße hineinschiebt. Auch Strode erhielt die Preismedaille.

Benham u. Söhne haben einen von ihren größern Kochheerden ausgestellt, der im illustrirten Catalog abgebildet ist; in der Mitte der Fronte ein großer, 5 Fuß langer, 3 Fuß hoher und etwa ½ Fuß tiefer Feuerraum, nach Außen bloß mit senkrechten Gitterstäbchen verschlossen, an welchen die am Spieße zu bratenden Gegenstände aufgehangen werden. Man kann den Feuerraum in seiner ganzen Breite anwenden, oder ihn auch schmäler machen, indem eine auf einer Zahnstange sitzende bewegliche Wand mittelst eines Getriebes der gegenüberstehenden Wand genähert werden kann. Links und rechts vom Feuerheerde sind verschließbare Koch- oder Braträume angebracht, theils mit der abziehenden Hitze, theils mit Dampf zu heizen, welche in die hohle Wandung aus dem die Rückwand des Kohlenraumes bildenden Dampfkessel geleitet wird. Zum Anrichten ist eine mit Dampf geheizte Platte angebracht; in einem Wasserkessel wird ebenfalls durch Dampf Wasser heiß gehalten und außerdem ist noch ein Heißwasserbad (Marienbad) angebracht, um Fleischbrühe und Saucen warm zu halten. Daß

bei dieser Einrichtung ein außerordentlicher Aufwand von Brennmaterial Statt finden muß, ist einleuchtend. Indessen erhielt Benham doch die Preismedaille.

Evans Sohn u. Comp. hatten von solchen Kocheinrichtungen das Großartigste ausgestellt. Neben einem Heerde, wie der so eben beschriebene, standen noch zwei große eiserne Apparate, die man am Richtigsten Kochschränke nennt, indem sie die Construction großer Schränke mit Fächern hatten; die Wandungen aber sind hohl, so daß man heißen Dampf durchführen kann. Die Arbeit war außerordentlich fleißig; Alles sehr passend zusammengeschafft und, obwohl die weißen Flächen blank gefeilt oder geschliffen waren, doch mit der Politur kein so unnützer Luxus getrieben, wie an vielen anderen Heerden. Man gab die Medaille.

Wakefield, von den Sherwood-Eisenwerken, hatte neben einem ähnlichen großen Heerde einen kleinern ausgestellt, der im illustrirten Cataloge ebenfalls abgebildet ist. Die Vorrichtung zum Einengen des Feuerraums kehrt auch hier wieder; ebenso sind rechts und links die zur Wärme- und Dampfbenutzung eingerichteten verschließbaren Räume zu sehen. Die Medaille war dafür erkannt.

Mapplebeck u. Lowe aus Birmingham hatten Brown's patentirten Kochheerd ausgestellt, welcher nach Art der größern deutschen Kunstheerde völlig ausgerüstet und zusammengeschraubt verkauft wird. Er hat den nach Oben und nach Vorn offenen Feuerrost, wie die andern englischen Heerde, dabei aber noch eine ziemlich große Heerdfläche zum Aufstellen von Gefäßen, welche mit einer eisernen Platte überbaut ist, so daß sich über dem Heerde ein bloß nach Vorn offener Raum befindet, in welchem auf angebrachtem Rostwerk Gefäße warm gehalten werden können.

Der Aussteller hat seinem Prospectus eine Preisliste angehängt, deren Mittheilung von Interesse sein dürfte.

	Nr. 1.	2.	3.	4.	5.	6.
Der Heerd hat Weite . .	4′	4′ 6″	5′	5′ 6″	6′	6′ 6″
" " " Höhe . . .	4′ 2″	4′ 7″	4′ 7″	5′	5′	5′ 8″
" " " Tiefe . . .	17″	18″	19″	21″	21″	24″
Der Bratofen hat Tiefe .	16″	17″	19″	22″	22″	24″
" " " Weite .	14½″	15″	16″	20″	20″	21″
Der Kupferkessel hält Gallonen	7	8	9	10	12	15
Die Feuerfront ist hoch . .	10	12	12	15	15	16
" " " breit . .	12	14	14	16	16	16
Einschließlich der Bratspießeinrichtung, des Rostes, eines starken kupfernen Wasserkessels mit Hähnen, eines Bratrostes u. Schüreisen u. s. w., Alles blank gefeilt, Preis Lstr.	14	17	21	24	27	33
Mit Dampfkessel und starkem Ofenblech, 2 Dampfpfannen und 2 Bratpfannen, Lstr.	20	23½″	28½″	32½	37	43

Der Aussteller that sich viel auf einen patentirten verticalen Bratenwender zu gut, bei welchem die Anwendung vermittelst einer Windturbine durch die aufsteigende, vom Feuerheerde erwärmte Luft hervorgebracht wird.

G. H. Goodbehere hatte einen Schiffsheerd ausgestellt, der unseren deutschen Kunstheerden ziemlich nahe kommt und recht gut construirt ist. Im vorderen Theile des Heerdkastens befindet sich der Feuerraum, in welchen durch eine seitwärts angebrachte kleine Thüre das Brennmaterial eingebracht wird. Eine an der andern Front angebrachte Thüre kann geöffnet werden, um das dahinter befindliche Feuergitter bloßzustellen, vor welchem gebraten werden kann. Oben auf der Heerdplatte werden die Kochtöpfe aufgesetzt, um auf der Platte zu kochen, man kann aber auch Töpfe in die Platte einhängen, indem man die in einige eingegossene Löcher eingelegten Deckel entfernt. Hinter dem Feuerraum ist ein Bratofen, über diesem ein kleiner Dampfkessel und auf diesem ein mit Dampf geheizter Kasten zum Einsetzen von Geschirren. Das Feuer bestreicht den Bratofen von Oben, circulirt um den Dampfkessel und entweicht dann. Es ist kaum

begreiflich, wie das englische Publicum, Angesichts solcher einfachen Apparate, seine Brennmaterial verwüstenden Kochheerde nicht verläßt. Der illustrirte Catalog hat diesen Apparat abgebildet. Der Aussteller erhielt die Preismedaille.

Defries hatte eine sehr vollständige Sammlung von Gas-, Koch-, Back- und Bratöfen aller Art ausgestellt und bei diesen auch einen Apparat, um Badewasser zu erwärmen, in welchem derselbe binnen 5—6 Minuten, mit weniger als 2 Silbergroschen Kosten, ein Bad von 45 Gallonen um 25° C. erwärmen will. Die blecherne Badewanne sitzt mit etwa ¼ ihrer Höhe in einem Sturzblechkasten, in welchem dieselbe ringsherum einigen Spielraum hat, versenkt. In diesem Kasten, der noch einige Zoll Höhlung unter dem Boden der Badewanne darbietet, läuft das bekannte mit Brennlöchern versehene Gasrohr 4 Mal hin und her. Seitwärts hat der Kasten zunächst dem Boden kleine Löcher, um die atmosphärische Luft zuzulassen, und hinten ein kleines Abzugscamin, von welchem aus die luftförmigen Verbrennungsproducte durch einen Schlauch abgeführt werden können, so daß man sich das Bad in jedem Zimmer bereiten kann, wenn man in demselben eine Gaszuleitung hat, welche man mittelst eines Schlauchs aus vulcanisirtem oder mineralisirtem Kautschuk mit dem Badeapparate in Verbindung bringt. Defries erhielt die Preismedaille.

Sidney Flavel aus Leamington, dessen Kochheerde, wenn man einmal das englische Rostbraten-System adoptiren will, wohl die zweckmäßigsten sind, hatte an dem Dampfkessel, der hinter der Feuerung liegt, eine Vorrichtung angebracht, um durch den Dampfdruck warmes Wasser auch in die höher gelegenen Theile des Gebäudes zu bringen, was auch noch einige andere Aussteller, wie, z. B., Steele aus

Edinburgh nachgeahmt hatten. Eine Preismedaille war sein Lohn.

A. H. P. Andrews hatte einen philanthropischen Lebensrettungs-Kochheerd für Schiffbruch leidende Auswanderer ausgestellt. Der Heerd ist ohngefähr wie ein deutscher Kunstheerd eingerichtet: über dem ziemlich weiten Feuerraume kann durch die durchbrochene Heerdplatte eine Anzahl von Gefäßen eingehängt werden. Um diesen herum ist ein ringförmiger, schlauchähnlicher Kessel von Kupfer gelegt, welcher zum Wasserwärmen gebraucht wird. Er hat nur eine kleine, mit einer Schraube dampfdicht verschließbare Oeffnung zum Eingießen des Wassers, welches durch einen Hahn abgelassen wird. Droht nun dem im Besitze eines solchen Heerdes befindlichen Auswanderer Schiffbruch, so leert er seinen Kessel, verschraubt ihn sorgfältig und schlüpft mit beiden Beinen hindurch, so daß er den Kessel als Schwimmgürtel um den Leib hat (wobei er natürlich den eisernen Kochheerd im Stiche läßt). Wie Alles dieß zu machen ist, war auf einem in der Ausstellung aufgehängten Gemälde sehr lehrreich anzuschauen.

Canada.

Elency aus Toronto hatte einen eisernen Kochofen ausgestellt, der eine, wohl von einem deutschen Auswanderer gefertigte, Copie der gewöhnlichen deutschen Kochöfen ist. Er erhielt wegen guter Arbeit eine Belobung.

Frankreich und Belgien.

Frankreich.

Wir wenden uns nun zunächst zu den französischen Heizeinrichtungen, welche den englischen am Meisten verwandt sind.

Von Frankreich aus verbreiteten sich besonders die Camine und man hat dort zuerst angefangen, die Construction derselben auf wissenschaftliche Principien zu gründen. Cardinal Polignac gab schon im J. 1713, unter dem Pseudonamen Gauper seine **Mécanique du feu** heraus, welche in mehre fremde Sprachen übersetzt wurde und großen Einfluß, namentlich auf den Bau der Camine, ausgeübt hat.

Durch den großen climatischen Unterschied in den verschiedenen Theilen Frankreichs sind dort die Anforderungen an die Heizeinrichtungen sehr verschieden und es ist im südlichen Theile des Landes der Camin ebenso entschieden im Vorzuge, wie im Norden allmählig mehr und mehr der Calorifère sich Boden erringt, im mittleren Frankreich aber die Vereinigung des Ventilationsprincipes mit der Ofenheizung in Caminöfen Anklang findet. Diese verschiedenen Anforderungen in einem Lande, welches auch die feinere Arbeit gut zu belohnen vermag und in welchem der Sinn für angenehme Formen in allen Classen, selbst in der arbeitenden, sich Geltung verschafft hat, mußten auch in der Construction der Heizapparate zu schönen Formen führen, wobei der dieser beweglichen Nation innewohnende Drang nach Veränderung zugleich der Einführung der Wissenschaft in das Feuerungswesen zu Hülfe kam. Wie einst Polignac, so ist es jetzt Péclet, der berühmte Verfasser des **Traité de la chaleur**, der von den Pyrotechnikern aller Völker zu Rathe gezogen wird.

Die französischen Heizeinrichtungen waren nicht zahlreich, aber demungeachtet in einzelnen ausgezeichneten Exemplaren vortrefflich vertreten.

Laury (29, rue Tronchet in Paris), für den wir bei Beschreibung der bessern englischen Heizvorrichtungen zweimal das Recht der Priorität in Anspruch nehmen mußten, hat eine sehr reiche Sammlung

von Caminen und Oefen ausgestellt, welche an Geschmack in der Zeichnung und Zweckmäßigkeit der Construction der Oefen wie der Camine Alles, was die andern Länder geleistet haben, hinter sich zurückläßt, in Beziehung auf Eleganz wie auf fleißige Arbeit aber mit dem Vollkommensten, was ausgestellt war, sich messen kann. Sein Pultcamin war in mehren Formen vorhanden; an seinen offenen Caminen hatte er sämmtliche der Berührung des Feuers ausgesetzten Theile auf's Zweckmäßigste und dabei Einfachste zur Luftheizung benutzt; an seinen Caloriferen, oder geschlossenen Oefen, war, neben einer so einfachen als zweckmäßigen Durchführung des Luftheizungssystems mittelst der Anwendung des Mantels um den eigentlichen Ofen und einer vollständigen Verbrennung durch gut umschlossene Feuerheerde, eine Schönheit der Form und durch Anwendung messingener, im Feuer vergoldeter Mäntel sogar eine Pracht entwickelt, welche diese Heizapparate zu einem Zierrath für das reichste Prunkgemach werden ließen.

Die Jury hatte für diese ausgezeichneten Leistungen in ihrer Mehrheit die große Verdienstmedaille beantragt, welche im Rathe der Chairmen, aus nicht bekannt gewordenen Gründen, in die Preismedaille verwandelt worden ist.

André aus dem Val d'Osme (Haute Marne), dessen Leistungen im Kunstguß wir schon zu rühmen hatten, hat auch durch Herstellung einer mit Caryatiden und Laubwerk verzierten Camineinfassung im Style Ludwig's XIV., welche ohne weitere Bearbeitung zur Ausstellung kam, sich ausgezeichnet. Was die daran entwickelte Kunstfertigkeit der Gießerei anbelangt, so war sie, wie wir glauben, von keinem Andern in der Ausstellung erreicht.

Luce aus Versailles hatte einen Heizcamin ausgestellt, dessen ganzer Mantel aus Spiegeln zusammen-

gesetzt ist. Er behauptete, daß nach vorgenommenen Versuchen ein Zerspringen dieser Spiegel durch die Hitze nicht zu befürchten sei, die Wirkung des Feuers aber durch dieselben sehr gehoben werde und der Camin auch im Sommer, als Raum zur Aufstellung von Blumen benutzt, sehr zur Zierde der Zimmer gereiche. Wir überlassen unsern Lesern, sich über die Zweckmäßigkeit der Spiegelgläser zur Einfassung von Heizapparaten, an welchen man mit Zangen und Schüreisen operiren muß, selbst ein Urtheil zu bilden, beneiden aber häufig nicht die Diener, deren Beruf es sein soll, an diesem neuen Ofen-Constructions-Materiale Erfahrungen zu sammeln.

Lecocq aus Paris hatte seine bekannten Calori-fèren ausgestellt, mit welchen er eine außerordentliche Brennmaterial-Ersparniß erzielen will. Der Gebrauch dieser Apparate scheint aber doch gefährlich zu sein; Lecocq räth auch in seinem Prospectus, dieselben über Nacht nicht im Zimmer zu lassen und bei'm Anzünden so lange die Fenster zu öffnen, bis das Feuer mit rother Flamme brenne. Beides beschränkt schon den Gebrauch des Ofens. Er will ein Zimmer von 400 Quadratfuß Grundfläche und 10 Fuß Höhe mit 1200 Grammen Kohlen, die er zu 20 Centimen anschlägt, 12 Stunden lang genügend heizen. Das Princip des Lecocq'schen Ofens besteht im Wesentlichen darin, daß die abziehenden Gase, durch ein von dem Feuerraum aus geheiztes Rohr erhitzt, wieder unter das Brennmaterial geleitet werden, wo, nach der Behauptung des Ausstellers, die Kohlensäure wieder zur Verbrennung dient und den Sauerstoff der atmosphärischen Luft ersetzt. Die Zeugnisse, die Lecocq beibringt, lauten günstig und die Sache scheint jedenfalls Aufmerksamkeit zu verdienen. Derselbe erhielt wegen seiner guten Blecharbeiten die Preismedaille.

Fondet sen. in Paris hatte eine eigenthümliche Art von Feuerheerden ausgestellt, welche ganz von hohlen Stücken gebildet sind und auch zwischen einer Art hohler Jalousien hindurch den Rauch in den Camin passiren lassen sollen, wobei alle diese hohlen Stücke zur Luftheizung verwendet werden. Die Einrichtung ist sinnreich, scheint uns aber zu complicirt.

Pieron aus Paris hatte einen mechanischen Caminschirm ausgestellt, der hier Aufnahme finden mag. Es wird eine halbkreisförmige Camineinfassung vorausgesetzt, vor derselben schlägt sich ein fächerförmiger, von Messingblech bestehender Schirm auf, welcher als aus zwei Fächern gebildet gedacht werden kann, deren einer links, der andere rechts sich niederlegt oder hebt, je nachdem man auf den einen oder den andern der beiden Schemel tritt, welche zu diesem Behufe vor dem Camine angebracht sind. Diese Schemel wirken nämlich mittelst eines Sperrkegels auf ein Sperrad, an dessen Achse der erste Flügel der Fächer fest ist, an den dann die andern Flügel angehängt sind. Wir können dieser Einrichtung keinen Werth beilegen, haben sie aber beschrieben, weil sie neu ist.

Mit Kochheerden hat sich Frankreich in nennenswerther Weise an der Ausstellung betheiligt.

2) Belgien.

Aus diesem Lande hatte ein einziger Aussteller, Mathys aus Brüssel, Heizapparate, und zwar eiserne mit polirten Stahlflächen und Gußornamenten verzierte Camine, ausgestellt; die Construction hatte nichts besonders Bemerkenswerthes, die Arbeit daran ist aber ausgezeichnet zu nennen, namentlich sind die in Blech getriebenen Gesimse mit einer Schärfe und Präcision ausgeführt, welche sowohl auf ein vorzügli-

ches Material, als auf sehr geschickte Hände hinweisen. Für den königlichen Hof von England ist eins der ausgestellten Kamine angekauft worden. Dieselben sind bei gleicher Eleganz viel billiger als die englischen und sehr bequem zum Auseinandernehmen eingerichtet, so daß die blanken Theile leicht rein gehalten werden können.

Derselbe Aussteller hatte noch einen eisernen Kochheerd von sehr musterhafter Construction ausgestellt, welche den englischen Kochheerdfabricanten zur Belehrung dienen könnte. Außer der schon bei englischen Heerden beschriebenen Thür von dem hinter denselben vergitterten Kohlenheerde, welche geöffnet werden kann, um am Spieße zu braten, hatte er übrigens dieselben Circulations- und Kocheinrichtungen, die man an den besseren deutschen Kochheerden antrifft. Er hat die Preismedaille erhalten.

Point und Sohn aus Monseron hatten einige gut construirte Kochheerde, nach Art der deutschen Kochheerde, ausgestellt.

Zollverein und Scandinavien.

In Deutschland, wo man mit strengen Wintern zu kämpfen hat, hat man die Anwendung der Camine zur Heizung längst aufgegeben; sie findet sich daselbst nur noch in einzelnen in altfranzösischem Style eingerichteten Zimmern, wo der Camin zur consequenten Durchführung der Zimmerdecoration nothwendig ist, theils sind sie in neuester Zeit wieder Mode geworden, allein man verbindet sie gewöhnlich mit einem Ofenaufsatze.

Am Meisten verbreitet ist in Deutschland dermalen noch der Holzbrand; er wird jedoch in Folge des durch die Eisenbahnen erleichterten Transports dem Stein- und Braunkohlenbrande an vielen Orten weichen müssen. Für beide Brennmaterialien wird die

Ofenheizung angewendet, der man für die Kohlen enge, aber tiefe Feuerräume mit weitgestelltem Roste und flach gehaltene, weite oder doch oblonge Heizräume zu Grunde legt, um das Holz nicht zu sehr zerkleinern zu müssen. Dabei bedient man sich im Norden von Deutschland mehr der thönernen, im Süden mehr der eisernen Oefen. Erstere haben den Vortheil der gleichförmigeren, mehr andauernden Wärme, letztere den der rascheren Heizung, größeren Dauer und Wohlfeilheit und eines kleineren Raumbedürfnisses bei ziemlich gleichem Aufwande an Brennmaterial. Die beiderseitigen Vortheile zu vereinigen, ist das Problem, an welchem viele deutsche Ofenfabricanten arbeiten; besonders sind es die Eisengießereien, welche fortwährend mit neuen Constructionen auftreten. Einer der interessantesten neueren Oefen ist der bei dem Nettleton'schen Heizapparate in der englischen Abtheilung erwähnte Hartmann'sche Füllofen, welcher, sobald er zur Bedienung von Außen eingerichtet ist, gewiß eine allgemeinere Aufnahme finden wird. Auch die seit einiger Zeit in Nürnberg gefertigten emaillirten eisernen Oefen, welche mit der Dauerhaftigkeit des Eisens die wärmehaltenden Eigenschaften der Fayenceöfen verbinden, verdienen Aufmerksamkeit.

Es ist zu bedauern, daß weder die einen noch die andern bei der allgemeinen Ausstellung vertreten waren. Ebenso ist von den vortrefflichen Fayenceöfen, welche im Zollverein in so großer Mange fabricirt werden, nur ein einziges Exemplar von H. G. Hoffmann in Frankfurt eingesendet worden.

1) Preußen.

Engels aus Berlin hatte eine Camineinfassung von Gußeisen ausgestellt, welche recht gut modellirt und ebenso brav gegossen ist. Er erhielt die Preismedaille.

Jacob Kaesen aus Cöln hat zwei Oefen ausgestellt, aus Gußeisen und Blech construirt. Ein sehr gut gearbeiteter durchbrochener Mantel aus Blech umschließt mit Spielraum den gußeisernen Feuerapparat; durch den Zwischenraum streicht die Zimmerluft und überläßt, indem sie einen Theil der Wärme entführt, den übrigen dem Mantel zur Verbreitung durch die Ausstrahlung, wodurch letztere auf ein angenehmes Maß reducirt wird.

Die bereits wegen ihrer vortrefflichen Kunstgüsse erwähnte, mit der Preismedaille ausgezeichnete, gräflich Einsiedel'sche Eisenwerksverwaltung zu Lauchhammer hatte mehre geschmackvolle Wind- und Circuliröfen im Renaissancestyle aufgestellt, welche außerordentlich leicht und schön gegossen waren.

Von den gräflich Stollberg'schen Eisenwerken zu Ilsenburg, deren wir ebenfalls schon rühmlich zu erwähnen Gelegenheit hatten, waren mehre ebenso schön gegossene und zweckmäßig construirte Oefeu ausgestellt, welche bei der diesen Werken ertheilten Preismedaille wesentlich in Betracht kamen.

Caspar Schmidt aus Soest hatte einen ebenso einfachen als zweckmäßig eingerichteten Kochheerd eigener Erfindung aus Blech construirt, mit Brat- und Backofen versehen, ausgestellt, an welchem sowohl die Arbeit, als die Anordnung der Feuerung als lobenswerth anerkannt wurde. Er enthielt dafür die Preismedaille.

2) Luxemburg.

Metz und Comp. von Eich bei Luxemburg hatten nur einen einzigen eisernen Ofen ausgestellt, welcher aber durch Leichtigkeit, feinen Guß und zweckmäßige Construction solchen Beifall erhielt, daß diesem Aussteller ebenfalls die Preismedaille ertheilt wurde.

3) Sachsen-Coburg.

C. **Baum**, Flaschnermeister in Coburg, hatte einen theils aus Gußeisen, theils aus Blech construirten, mit einem eisernen Panzerhemde bekleideten, auf einem Postamente stehenden, geharnischten und zugleich heizbaren Ritter in Lebensgröße dargestellt. In dem Piedestal ist die Heizung angebracht. Die Rauchgase steigen durch die Beine auf, circuliren im Bauche und entweichen wie gewöhnlich. Diese Arbeit hat viel Beschauer an sich gezogen. Sie scheint für einen mittelalterlich decorirten Rittersaal bestimmt zu sein. Der Gedanke, eiserne Statuen zur Heizung zu benutzen, dürfte für Luxusöfen weiter zu verfolgen sein.

Die Jury hat dafür eine Belobung erkannt.

4) Schweden und Norwegen.

Der größere Theil der schwedischen Ausstellung erschien erst im August, so daß die Mehrzahl der Aussteller bei der Preisvertheilung nicht mehr berücksichtigt werden konnte. Schweden und Norwegen haben keine Oefen geliefert.

J. und L. **Bolinder** aus Stockholm stellten einige gut gearbeitete Kochheerde mit ganz vortrefflich verzinnten Geschirren und einen Ofen zum Wärmen von Bügeleisen aus, der in einer achtseitigen abgestumpften Pyramide besteht, auf deren Flächen die Bügeleisen aufgelegt werden, welche unten noch auf einem Vorsprunge ruhen. Oben ist ein verzinnter Kochtopf eingesetzt. An diesen ist die Verzinnung wirklich überraschend gut, eine ganz vollkommene blanke und in jeder Beziehung gleichartige Zinnbedeckung auf die Gußhaut aufgetragen; man sieht deutlich, daß die Geschirre nicht ausgedreht sind. An den Kochheerden ist eine Vorrichtung zum Kafferösten bemerkenswerth. Auf der runden Platte, welche das Ein-

satzblech der Heerdplatte deckt, auf der man röstet, sind zwei Lager für die Achse des abgestutzt kegelförmigen Rösters angebracht, der mit einer Kurbel umgedreht wird. Die Platte ist so viel ausgeschnitten, daß das Feuer den im Ausschnitt liegenden Röster bequem umspielen kann; um die Wärme zusammenzuhalten, ist ein Blechmantel mit einem Scharnier angebracht, der über den Röster hergeschlagen wird.

Oesterreich und der Orient.

1) Oesterreich.

Aus Böhmen hatten mehre Aussteller recht gut ausgeführte Zimmeröfen deutscher Construction ausgestellt. Unter denselben zeichnete sich besonders die fürstlich Fürstenberg'sche Eisengießerei zu Neujoachimsthal aus. Wir hatten bereits Gelegenheit, der ihr ertheilten Preismedaille zu erwähnen und ihre Feingüsse zu rühmen, und müssen dieß wiederholt in Betreff ihrer Oefen thun, welche einen sehr reinen Guß zeigen und wegen ihrer außerordentlichen Dünne auf ein äußerst flüssiges und dabei reines Metall schließen lassen, welches dem Springen wenig ausgesetzt ist. Auch der Geschmack in den Formen verdient alle Anerkennung; man sieht es den Erzeugnissen dieser Eisenwerke recht wohl an, daß dieselben das Eigenthum eines erlauchten Besitzers sind, welchem die besten Kräfte mit Verlangen sich anschließen.

Das fürstlich Metternich'sche Eisenwerk in Plas hatte unter Anderem einen im Roccocostyle recht gut ausgeführten, mit Jagdstücken verzierten Circulirofen ausgestellt und erhielt die Preismedaille.

Neues in der Construction der Heizapparate war an diesen sämmtlichen böhmischen Oefen nicht aufzufinden.

2) Türkei.

Auf einige in der türkischen Abtheilung ausgestellte Wärmepfannen werden wir später zurückkommen. Sie sind auf die Heizung mit Holzkohlen eingerichtet. Das Kohlenbecken sitzt in einer Vase, die den Luftzutritt von Unten gestattet und mit einem durchbrochenen Deckel geschlossen wird, welcher die Entweichung der Verbrennungsgase in den Heizraum selbst gestattet.

3) China.

In der chinesischen Abtheilung waren auch einige Heizpfannen von Bronce mit durchbrochener, übrigens wenig ausgezeichneter Arbeit ausgestellt.

Nordamerica.

Chilson, Richardson und Comp. aus Boston hatten Luftheizungsöfen von verschiedener Größe, aber alle nach demselben Principe construirt, ausgestellt. Sie sind dazu bestimmt, in einer Heizkammer aufgestellt zu werden, von welcher aus die warme Luft in die Zimmer geleitet wird. Ein aus einem Stück gegossener Cylinder mit angegossenem Schürhalse, weit genug, um mit Backsteinen ausgefüttert zu werden, ist nach Unten offen, um einen Rost einsetzen zu können, oben ist er etwas gewölbt geschlossen, außen herum an der Wölbung mit Ansatzröhren versehen, welche weit genug sind, um den Rauch abzuführen. Derselbe trägt sechs kurze Röhren, welche mit Sandschlußrinnen in diesen Ansätzen sitzen, oben wiederum Sandschlußfälze haben und in dieselben die an einer kreisförmigen Röhre nach Unten angesetzten Rohrstücke aufnehmen, so daß die Rauchgase aus dem Ofen durch die sechs verticalen Röhren in die horizontale, kreisförmige gelangen können. Letztere hat dann dia-

metral die Rauchabzugsröhre, welche vom Centrum aus einen Arm nach dem Camine absendet. An diesem Ofen können die sämmtlichen Theile sich drehen, ohne daß eine Fuge sich öffnen kann, was die große Unannehmlichkeit verhindert, an der die Luftheizungsöfen so oft leiden, daß sie nämlich Rauch und Ruß in die Zimmer senden. Wenn wir die Luftheizungen nur in Ausnahmefällen für geeignet erachten, so glauben wir jedoch diese Construction, die im illustrirten Cataloge abgebildet ist, für solche Fälle empfehlen zu können.

Dieselbe Firma hatte einen patentirten Ventilofen für Schulzimmer ausgestellt, welcher ziemlich complicirt construirt ist, im Princip aber darauf hinausläuft, die zur Verbrennung nöthige Luft dem Zimmer zu entnehmen, was eine alte Sache ist.

Ferner hatten sie einen niedlichen Zimmerofen ausgestellt, in welchem das Feuer aus einem im Sokkel angebrachten Feuerraume in den von vier Eckpfeilern vorn herab, unten durch den Sockel quer nach der Rückseite und durch die hinteren Eckpfeiler wieder in die Höhe steigt, um durch eine hintere Querleitung nach dem Camine zu gelangen, oder von der Haube in diese Querleitung direct eingelassen wird. Dieß gewährt den Vortheil, daß man, wenn das Brennmaterial feucht ist und anfänglich viel Rauch giebt, diesen auf directem Wege entfernen und dann, wie dieß geschehen, von der Circulation Gebrauch machen kann, durch welche die anfängliche Rauchmenge nicht hatte abgeführt werden können, was namentlich bei der Heizung vom Zimmer aus von erheblichem Werthe ist. An demselben Ofen war auf drei Seiten der Flammenraum mit Fenstern von Glimmer versehen, was, wenn dieselben nicht zu oft dem Bruche unterworfen sind, wegen der dadurch direct zur Verwendung kommenden strahlenden Wärme von Vortheil sein muß und

jedenfalls einen angenehmen Anblick gewährt. Die Aussteller erhielten die Preismedaille.

Learned und Thatcher aus Newyork hatten einige höchst geschmacklose Kastenöfen, mit denselben aber auch einen sehr nett construirten Kochheerd ausgestellt. An diesem ist nicht nur die Zweckmäßigkeit der Flammenführung, sondern in'sbesondere auch die Einfachheit des Beschlages zu loben. Alle Bänder, Riegel, Fallen ꝛc. sind durch bloße Ansätze von Gußeisen ersetzt, so daß die Schlosserarbeit auf ein Minimum reducirt ist. Die bei'm Aufgehen sich horizontal legenden Thüren laufen mit ihren, in der Verlängerung der untern Kante angegossenen Zapfen bloß in halbrunden, nach Oben offenen Pfannen. Zum Schlusse haben sie oben in beiden Richtungen der Breite nach einen kleinen, rechtwinkelig abgesetzten Vorsprung, welcher in die an die Heerdwand angegossene und mit einigen Feilstößen ausgekehlten Schlußkolben einfällt, indem sich die Thüre, um denselben zu übersteigen, bei'm Schließen und Oeffnen etwas hebt; damit sie geöffnet horizontal stehen bleibt, hat sie unten einen kleinen Falz, der unter eine an die Heerdwand in der Thürschwelle angegossene kleine Leiste greift. Die verticalen Thüren sind ebenso einfach eingerichtet. Wo sonst die Bänder sitzen, sind an die Thüre, rechtwinkelig auf ihre Außenfläche, zwei kleine horizontale Lappen angegossen. Entsprechend sind, wo sonst die Kolben eingenietet werden, die gleichen Lappen angegossen.

E. Péclet's

allerneueste, bewährte Erfindungen und Erfahrungen

über

Feuerungs-, Erwärmungs-

und

Ventilations-Anlagen

in Privat- und öffentlichen Gebäuden. Nebst Bemerkungen über die Heizung mit Leuchtgas, Wasserstoffgas und einer Uebersicht der jetzt in verschiedenen Ländern üblichen Heiz- und Kochapparate.

Mit 4 lithographirten Foliotafeln.

Weimar, 1854.

Verlag, Druck und Lithographie von Bernh. Friedr. Voigt.

Neuer Schauplatz

der

Künste und Handwerke.

Mit

Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.

Zweihundertundzwölfter Band.

E. Péclet's Feuerungs-, Erwärmungs- und Ventilations-Anlagen.

Péclet, Eugène

Allerneueste, bewährte Erfindungen und Erfahrungen über Feuerungs-, Erwä
rmungs- und Ventilations-Anlagen in Privat- und öffentlichen Gebäuden
Nebst Bemerkungen über d. Heizung mit Leuchtgas, Wasserstoffgas u. e.
Uebersicht d. jetzt in verschiedenen Ländern üblichen Heiz- u.
Kochapparate ; Eine Erg. zu seinen 'Grundsätzen d. Feuerungskunde'. Nach d.

Weimar 1854